©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nachr. entomol. Ver. Apollo, N. F. **16** (2/3): 147–186 (1995)

Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings, *Maculinea arion* (LINNAEUS 1758) (Lepidoptera: Lycaenidae), in Südwestdeutschland

Regina PAULER, Giselher KAULE, Manfred VERHAAGH und Josef SETTELE

Dipl.-Biol. Regina PAULER, Prof. Dr. Giselher KAULE, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart, Postfach 10 60 37, D-70049 Stuttgart

Dipl.-Biol. Manfred VERHAAGH, Staatliches Museum für Naturkunde, Postfach 62 09, D-76042 Karlsruhe

Dr. Josef SETTELE, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Projektbereich Naturnahe Landschaften, Permoserstraße 15, D-04318 Leipzig

Zusammenfassung: Auf vier benachbarten Flächen am Trauf der Schwäbischen Alb in Baden-Württemberg wurden Habitatansprüche und Aspekte der Autökologie von *Maculinea arion* LINNAEUS 1758 untersucht. Eine intensive Beweidung der Flächen durch Schafe und Ziegen in der Form von Hutungsweidewirtschaft fördert die Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* LINNAEUS 1753 stark, die wiederum signifikant positiv mit dem Vorkommen der Falter korreliert ist. Bei Markierungs- und Wiederfanguntersuchungen wurden insgesamt 166 Falter markiert. Die Tiere flogen innerhalb der Gebiete mit Thymian-Vorkommen nur auf Flächen von wenigen Hektar und verhielten sich standorttreu. Zwischen den benachbarten Untersuchungsgebieten konnten keine Wanderungen registriert werden. Die Tages-Populationsgrößen wurden nach JOLLY-SEBER berechnet. Die wichtigsten Nektarpflanzen im Gebiet waren für *Maculinea arion: Onobrychis viciifolia* SCOPOLI 1772 und *Thymus pulegioides*. Es wurden fünf neue, bisher für *Maculinea arion* in Baden-Württemberg nicht beobachtete Nektarpflanzenarten registriert. *Thymus pulegioides* war die bevorzugte Eiablagepflanze (32 beobachtete Eiablagen) vor *Origanum vulgare* LINNAEUS 1753 (2 beobachtete Eiablagen). Erstmals wurden im Gebiet der Schwäbischen Alb Raupen von *Maculinea arion* beobachtet (11 Exemplare). *Myrmica sabuleti* MEINERT 1860 (Hymenoptera: Formicidae), die in England geeignete Wirtsameise der Raupen wurde auf den Untersuchungsflächen in Barberfallen nachgewiesen und war im Bereich der Eiablagestellen die häufigste *Myrmica*-Art in den Fallen. Solche Stellen waren trocken, von niedriger Vegetation bedeckt und meist süd- bis südwestlich exponiert, während die Wirtsameise an grasdominierten west- und nordwestexponierten Hängen nicht nachgewiesen werden konnte. Es werden Pflegeempfehlungen vor allem zur Intensität der Beweidung gemacht, um die Populationen von *Maculinea arion* zusammen mit ihrer Wirtsameisenart zu erhalten.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

On the ecology of the large blue butterfly, *Maculinea arion* (LINNAEUS 1758) (Lepidoptera: Lycaenidae), in southwestern Germany

Abstract: On four adjacent study sites in South West Germany (Swabian Jura, Baden-Württemberg) habitat requirements and aspects of the autecology of *Maculinea arion* LINNAEUS 1758 were examined. Heavy grazing by sheep and goats in the form of pasture strongly supported the frequency of *Thymus pulegioides* LINNAEUS 1753 which was significantly positively correlated with the abundance of *M. arion*. 166 butterflies of *Maculinea arion* were marked for mark-recapture-experiments to examine their movement patterns and mobility. The populations were restricted to a few hectares (100 m × 100 m) in the investigation areas where *Thymus* was abundant and individuals remained within their sites. No migration between the study sites was registered. The daily population sizes were estimated according to JOLLY-SEBER. The most important nectar plant species for *Maculinea arion* in the study areas were *Onobrychis viciifolia* SCOPOLI 1772 and *Thymus pulegioides*. Five new nectar foodplant species for the butterfly in the Swabian Jura were registered. *Thymus pulegioides* was the preferred plant for oviposition (32 observations), followed by *Origanum vulgare* LINNAEUS 1753 (2 observations). For the first time larvae of *Maculinea arion* were found in the area of the Swabian Jura (11 individuals). The occurrence of the suitable host ant species in England, *Myrmica sabuleti* MEINERT 1860 (Hymenoptera: Formicidae) was investigated with pitfall-traps at the study sites and was the most frequent *Myrmica* species in the traps near the oviposition sites. These were dry places covered by low vegetation and mostly exposed in southern or south-west direction. In contrast *Myrmica sabuleti* was not found in traps on west or north-west facing slopes. Suggestions for the management of the *M. arion* sites are given, focussing on the grazing intensity at the sites in which both, butterflies and ants co-occur.

1 Einleitung und Gefährdungssituation

Maculinea arion ist eine paläarktisch verbreitete Art (GONSETH 1987: 189) mit außergewöhnlicher Larvalbiologie: Die Raupe (L_4) lebt und überwintert nach den phytophagen Stadien in obligater Abhängigkeit von ihrer wohl einzigen geeigneten Wirtsameisenart, *Myrmica sabuleti* (THOMAS et al. 1989), in deren Nest sie sich entwickelt. Hier ernährt sie sich räuberisch ausschließlich von Ameisenlarven (THOMAS & WARDLAW 1992). Der Schlüsselfaktor, die ausschließliche Eignung von *Myrmica sabuleti* als Wirtsameise in England, wurde in früheren Jahren nicht erkannt und führte dort letztendlich 1979 zum Aussterben von *Maculinea arion*, da die Habitatansprüche von *M. sabuleti* bei Schutzmaßnahmen nicht berücksichtigt wurden (THOMAS 1980). Der Schwarzgefleckte Ameisenbläu-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

ling zählt laut HEATH (1981) und ELMES & THOMAS (1987: 358) zu den elf Tagfalterarten, die europaweit als gefährdet gelten. In diesem Jahrhundert verschwand *M. arion* von vielen Plätzen Europas und erlitt nach GONSETH (1987) „eine der gravierendsten Bestandseinbußen aller Rhopaloceren". Die Art starb in den Niederlanden, in Belgien, in Nordfrankreich sowie in weiten Teilen Deutschlands aus (WILLCOCKX 1984, ELMES & THOMAS 1987: 358, MEREDITH 1988). Auch in Osteuropa nimmt die Gefährdung vor allem durch die Intensivierung der Landwirtschaft zu (ELMES & THOMAS 1987). Der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling ist in Polen, im Gebiet der ehemaligen Tschechoslowakei, in Dänemark und Finnland vom Aussterben bedroht (GONSETH 1987). In der „Roten Liste" der Bundesrepublik Deutschland (PRETSCHER 1984) und Baden-Württembergs (EBERT & RENNWALD 1991 a) wird die Gefährdungssituation von *Maculinea arion* jeweils mit 2 (stark gefährdet) bewertet. Auch auf der Schwäbischen Alb ist die Art stark gefährdet (EBERT & RENNWALD 1991 a: 117). Gründe für diesen Rückgang sind nach ELMES & THOMAS (1987: 358) hauptsächlich die Zerstörung von extensiv genutztem Grünland mit Thymian, die Intensivierung der Landwirtschaft und mangelnde Beweidung (ROBERTSON 1981). Die Arbeiten von J. A. THOMAS in den letzten Jahrzehnten (vgl. u. a. THOMAS 1980, 1984, THOMAS et al. 1989, 1991, THOMAS & WARDLAW 1992) zeigten, daß die genaue Kenntnis der Ökologie unerläßlich für den Erhalt gefährdeter Arten ist. Für Großbritannien sind die ökologischen Ansprüche von *M. arion* und seiner Wirtsameisenart inzwischen detailliert bekannt. Ab 1983 wurde *M. arion* hier bisher mit Erfolg wieder eingeführt (THOMAS 1989, 1995).

KUDRNA (1986: 19) empfiehlt die ökologische Erforschung von einzelnen Tagschmetterlingsarten besonders dann, wenn sie auf stark anthropogen beeinflußte Biotope angewiesen sind. Dieser Faktor ist für *Maculinea arion* aufgrund seiner obligaten Bindung an die nur in offener Landschaft vorkommenden *Myrmica*-Ameisen in besonderem Maße zutreffend. Das Ziel der vorliegenden autökologischen Untersuchung bestand darin, einen Beitrag zur besseren Kenntnis der Ökologie, des Verhaltens und der Biotopansprüche von *Maculinea arion* am Trauf der Schwäbischen Alb durch intensive Beobachtung während einer Flugperiode zu leisten. Für das Gebiet der Schwäbischen Alb gab es zu Untersuchungsbeginn noch keine Eiablagebeobachtungen, für Baden-Württemberg lagen keine Meldungen zur Phänologie der Präimaginalstadien vor (EBERT & RENNWALD 1991 b: 298-299).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Markierungs-und Wiederfanguntersuchungen sollten Einblick in Populationsparameter und die Mobilität der Falter geben. Es werden konkrete Maßnahmen zur Biotoppflege und damit zur Erhaltung der Art im Verbreitungsgebiet Westalb vorgeschlagen.

2 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchung wurde 1992 im Zollernalbkreis bei Hechingen auf vier Wacholderheiden durchgeführt (Abb. 2). Ab Juni 1992 wurden auf drei der Heiden Imagines von *Maculinea arion* gefunden, die größte Population auf einer Schafweide bei Schlatt, eine weitere Population auf dem südexponierten Wacholderheidenhang am Köhlberg bei Jungingen und ein kleineres Vorkommen im Naturschutzgebiet Beurener Heide. Auf der vierten Fläche, im Naturschutzgebiet Bürgle bei Jungingen, konnte durch Präimaginalstadienfunde ebenfalls ein Vorkommen der Art nachgewiesen werden.

2.1 Lage und naturräumliche Gliederung

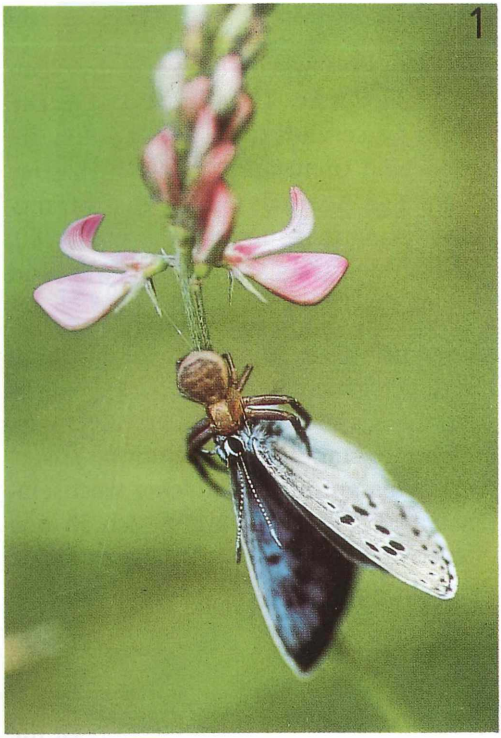
Die Untersuchungsgebiete befinden sich am Nordtrauf der westlichen Schwäbischen Alb (Naturraum Hohe Schwabenalb). Sie liegen etwa 5 bis 8 km östlich von Hechingen in den Gemarkungen der Gemeinden Beuren, Schlatt und Jungingen direkt unterhalb des Steilabfalls der Schwäbischen Alb (Abb. 2).

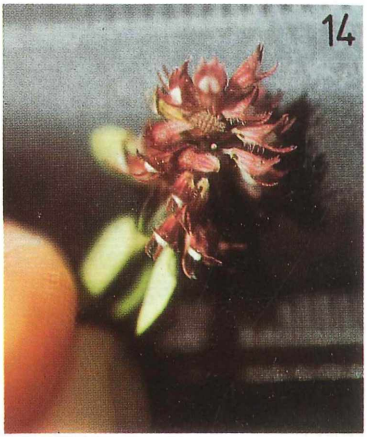
Farbtafel:

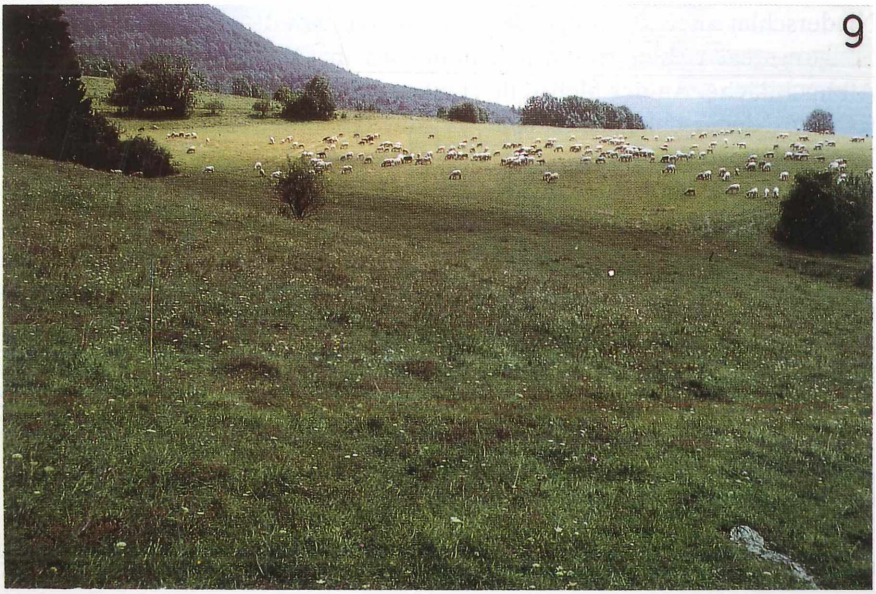
Abb. 1: *Maculinea arion* wird beim Ruhen auf *Onobrychis viciifolia* von einer Krabbenspinne (Fam. Thomisidae) überrascht (28. VI. 1992, Schlatter Schafweide, 650 m ü. NN.). **Abb. 9:** Habitat von *Maculinea arion* im Nutzungstyp III auf der Schlatter Schafweide. **Abb. 14:** Raupenfund vom 27. VII. 1992 am Köhlbergsüdhang, ca. 730 m. Die kreisrunden Fraßspuren der jungen Raupe im oberen Teil des Blütenstandes und die unspezifischeren Spuren der älteren Raupe weiter unten sind deutlich zu sehen. Auf dem Foto sind auch die halberwachsene Raupe und die Eihülle zu erkennen.

Fig. 1: *Maculinea arion* killed by a thomisid spider on a flower of *Onobrychis viciifolia* at the site "Schlatter Schafweide" (650 m elevation), 28. VI. 1992. **Fig. 9:** Habitat of *Maculinea arion* in the type of landuse III at the site Schlatter Schafweide. **Fig. 14:** Caterpillar of *Maculinea arion* found on 27. VII. 1992 at the Köhlbergsüdhang, ca. 730 m. The round feeding tracks of the young larvae in the upper part of the flower bud and the more unspecific ones of the elder larvae below can be recognized clearly. Note the larvae and the eggshell.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at







©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

2.2 Geologie

Die Untersuchungsgebiete erstrecken sich über wechselnde Schichtfolgen des Braunen und Weißen Jura (vgl. Geologisches Landesamt 1975). Die Tonschichten des Braunen Jura sind wasserundurchlässig. Werden sie feucht, so quellen sie auf und bilden eine Gleitschicht für aufgelagerte Schichten. Da der Braune Jura im Gebiet größtenteils mit Weißjura-Hangschutt bedeckt ist, entstehen häufig Hangrutschungen (HUGGER 1980, HORNUNG 1991). Diese sind vor allem in den Gebieten NSG Beuren und NSG Bürgle/Köhlbergsüdhang zu sehen.

Im Frühjahr ist der Untergrund hier stark wassergesättigt, bedingt durch die unter dem Weißjura-Hangschutt gelegenen, wasserundurchlässigen Schichten des Braunen Jura. An den süd- bis südwestexponierten Hanglagen trocknet der Boden jedoch im Sommer stark aus, es kommt zu ausgeprägt wechselfeuchten Standortsverhältnissen mit kleinflächig wechselnden Pflanzengesellschaften (vgl. BEITER 1991). So konnten sich in den Untersuchungsgebieten an Quellaustritten oder Verebnungen kleine Kalkflachmoore, einzelne Großseggenbestände und Hochstaudenfluren entwickeln.

2.3 Klima

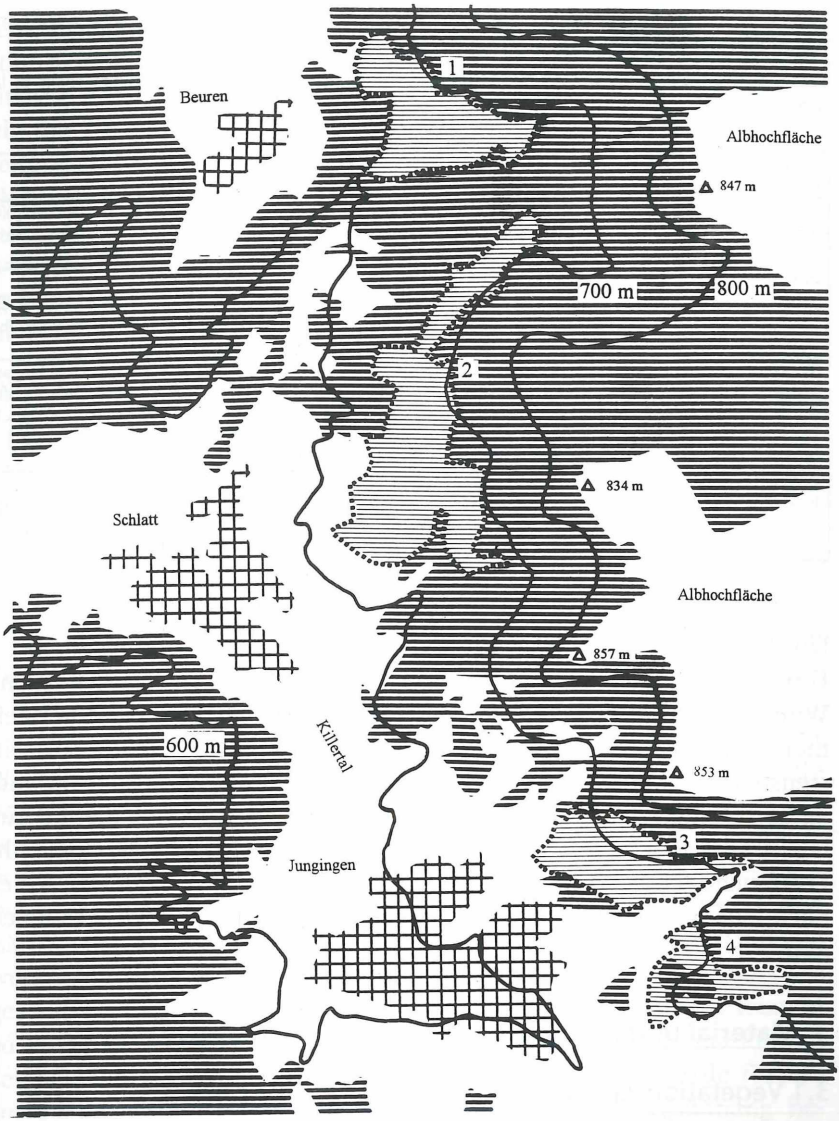
Durch die Lage der Untersuchungsgebiete am westlichen Albtrauf ist die Niederschlagsmenge infolge des auf die Westwinde zurückzuführenden Steigungsregens hier wesentlich höher als im Albvorland oder auf der Albhochfläche. An der Meßstelle Hausen i. K. wurde im langjährigen Mittel eine Niederschlagshöhe von 917 mm (HORNUNG 1991) ermittelt, im Vergleich dazu für das Albvorland in Hechingen (1991) 577 mm, auf der Hochfläche in Münsingen-Apfelstetten (1991) 737 mm (Deutscher Wetterdienst 1991).

Die Jahresmitteltemperatur dürfte nur wenig unter der des Vorlandes liegen (Hechingen 8,2° C, Deutscher Wetterdienst 1991). Vor allem an den süd- und südwestexponierten Hängen der Untersuchungsgebiete ist die Sonneneinstrahlung im Sommer besonders stark. Das NSG Bürgle ist

Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete (schematisch). (Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25000, Blatt 7620 Jungingen, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Ausgabe 1986.)

Fig. 2: Location of the investigation areas (schematic, source see German text).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



Legende:

1	NSG Beuren		Wald
2	Schlatter Schafweide		Siedlung
3	Köhlbergsüdhang		Untersuchungsgebiet
4	NSG Bürgle		offenes Gelände
		~	Höhenlinie

1 Km

⇧N

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: Charakteristika der Untersuchungsgebiete in Stichworten. (Ausführliche Angaben zur Nutzungsgeschichte, Geologie und Klima vgl. PAULER 1993).

Table 1: Characteristics of the investigated areas in shorthand, concerning the form of land-use (= Nutzung), size of the sites (= Größe) and topography.

Untersuchungs-gebiete	Größe	Nutzung	Charakteristika
1) Schlatter Schafweide	ca. 60 ha	Schafhutehaltung, intensiv: ca. 400 Schafe und 20 Ziegen weiden von Mai bis September.	wechselnd exponierte Hänge 630–700 m ü. NN, wechselfeuchte Standorte vorhanden, überwiegend Halbtrockenrasen.
2) Köhlbergsüd-hang	ca. 25 ha	extensive Beweidung durch Schafhutung, 1× jährlich: ca. 400 Schafe und 20 Ziegen weiden für etwa 14 Tage im August.	überwiegend SW-exponierter Hang, 660–760 m ü. NN, ausgeprägt wechselfeuchte Standorte, überwiegend Halbtrockenrasen.
3) Teil des NSG Bürgle	ca. 4 ha	extensive, unregelmäßige Beweidung durch Schafhutung, in 1- bis 2jährigen Abständen: ca. 400 Schafe und 20 Ziegen weiden für etwa 14 Tage im August.	kuppenartiger Vorberg, 700–740 m, ausgeprägt wechselfeuchte Standorte, überwiegend Halbtrockenrasen in Gebüschsukzession.
4) Teil des NSG Beuren	ca. 30 ha	durch extensive Mahd gepflegt.	überwiegend SW-exponierter Hang, 640–700 m ü. NN, ausgeprägt wechselfeuchte Standorte, überwiegend Halbtrockenrasen.

laut HORNUNG (1991) der wärmste Platz in der Gemarkung Jungingen. Die Untersuchungsgebiete liegen gut geschützt vor kalten Nordostwinden im Winter durch die an die Gebiete angrenzenden Steilhänge zum Seeheimer Berg (834 m), Köhlberg (853 m), Weilerkopf (857 m) und Dreifürstenstein (853 m). Durch die windstille Lage des Killertals ist besonders an den windgeschützten Hängen der Untersuchungsgebiete die Luftzirkulation wesentlich geringer als auf der Albhochfläche, was eine höhere Luftfeuchtigkeit als auf der Kuppenalb zur Folge hat. So ist das Killertal nach HORNUNG (1991) durch ein atlantisch getöntes Klima gekennzeichnet.

3 Material und Methoden

3.1 Vegetationscharakterisierung

In den Untersuchungsgebieten wurden acht Nutzungstypen unterschieden, die durch Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1951) entsprechend der Vorgehensweise nach MÜHLENBERG (1989) stellvertretend beschrieben wurden. Dabei wurden nur phänologisch blühende Pflanzen erfaßt. Weiterhin wurden die Höhe der Vegetation, die Deckung des Bewuchses insgesamt (max. 100 %), Hangexposition und Hangneigung fest-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

gestellt. Insgesamt wurden 13 für die Nutzungstypen repräsentative Vegetationsaufnahmen innerhalb homogener Probeflächen angefertigt. Zur Schätzung der Deckung von *Thymus pulegioides* in den Nutzungstypen wurde die *Thymus*-Deckung der repräsentativen Vegetationsaufnahmen, beziehungsweise bei mehreren Vegetationsaufnahmen pro Nutzungstyp der Mittelwert der *Thymus*-Deckung auf die kartierte Fläche übertragen. Aus den Stickstoff- und Feuchtezeigerwerten der Pflanzen nach ELLENBERG et al. (1991) wurden die Mittelwerte zur Charakterisierung der Nutzungstypen berechnet. Dabei wurde die Deckung der einzelnen Pflanzenarten nicht berücksichtigt.

3.2 Markierungs- und Wiederfanguntersuchungen

Zur Untersuchung von Populationsparametern und Mobilität der Falter wurden diese auf beiden Hinterflügelunterseiten mit schwarzen, wasserfesten Folienschreibern (Stabilo OH Pen Stärke S, vgl. RENNWALD 1986) individuell mit fortlaufenden Nummern markiert. Die Position der Tiere wurde bei der Markierung beziehungsweise bei jedem Wiederfang durch Notieren der Quadrantenbezeichnung vermerkt. Dazu wurde die Fläche auf der Karte in Quadrate von 90 m × 90 m eingeteilt. Die Orientierung im Gelände erfolgte an Landmarken. Außerdem wurden Datum, Uhrzeit und Verhalten notiert. Die Markierungsgänge wurden außer bei Regenwetter täglich durchgeführt. Da es aufgrund der Größe der Gebiete nicht möglich war, an jedem Markierungstag jedes Gebiet beziehungsweise die gesamte Fläche der Gebiete in engen Schleifen abzulaufen, wurden die Untersuchungsgebiete abwechselnd aufgesucht. Die Erfassung erfolgte nach der Methode transsektartiger Begehungen (vgl. ERHARDT 1985). Die berechneten Mobilitätsparameter der Falter nach WARREN (1987) und VÄISÄNEN et al. (1994) sind in Tab. 4 erläutert. Die beobachtete minimale Anwesenheitszeit aller markierten Falter wurde durch die Division des insgesamt beobachteten Mindestalters (von Markierungstag bis letztem Wiederfangtag, jeweils einschließlich) durch die Anzahl der markierten Falter berechnet. Die „minimal number alive" der Falter wurde für die Untersuchungsgebiete Schlatter Schafweide und Köhlbergsüdhang berechnet. Hierzu werden zur Anzahl der gefangenen Falter am Tag i auch die Tiere addiert, die an einem beliebigen Tag vor Tag i markiert und nach Tag i noch einmal wiedergefangen wurden (vgl. SEUFERT 1993, KOCKELKE et al. 1994). Die Tages-Populationsgrößen im Gebiet Schlatter Schafweide wurden nach JOLLY & SEBER (vgl. CAUGHLEY 1980) geschätzt. Die Berechnung der Rangkorrelation nach SPEARMAN zwischen *Thymus-*

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Artmächtigkeit und dem Vorkommen von *Maculinea arion* erfolgte nach Sachs (1974).

3.3 Nektarpflanzen der Falter

Die Erfassung des Nektarpflanzenspektrums erfolgte qualitativ und halbquantitativ. Dazu wurde bei einer Saugbeobachtung neben Datum und Gebietsquadrantenbezeichnung der Artname der Pflanze, die Blütenfarbe und die Dauer der Nahrungsaufnahme notiert (sofern diese über 5 Minuten betrug). Serienanflüge wurden getrennt in die Zählung einbezogen.

3.4 Eiablagen

Bei jeder beobachteten Eiablage wurden Datum, Gebiet und Quadrantenbezeichnung, Pflanzenart, Pflanzenteil, Phänologie der Pflanze und ihre Soziabilität notiert. Da das Anbringen einer Markierung an jeder einzelnen beobachteten Eiablagestelle aus Zeit- und praktischen Gründen nicht möglich war, wurden nur an markierten Eiablagestellen folgende weitere Parameter notiert: Anzahl der abgelegten Eier, Pflanzenteil exakt, besondere Exposition der Eiablagepflanze, Größe des mit einem Ei belegten Blütenstandes, Hangneigung, Exposition, Schutz der Eiablagestelle und Lichtverhältnisse (beschattet oder besonnt) zum Zeitpunkt der Eiablage.

3.5 Präimaginalstadiensuche

Die bei den Eiablagekontrollen gefundenen Raupen wurden vermessen, die Fundstelle charakterisiert und deren Lage notiert. Vom 31. VII. 1992 bis 11. VIII. 1992 wurden 1600 Blütenköpfe von *Thymus pulegioides* nach Präimaginalstadien beziehungsweise nach Eihüllen und Fraß- und Kotspuren abgesucht.

3.6 Erfassung der *Myrmica*-Ameisen

Zur Erfassung der *Myrmica*-Ameisen wurden zwei Ansätze gewählt:

a) flächendeckende, vergleichende Untersuchung zur Ermittlung von Habitatpräferenzen. Auf der Schlatter Schafweide wurden in den Nutzungstypen I–IV pro Nutzungstyp auf einer Fläche von 50 m × 50 m je neun Barberfallen (im Nutzungstyp III acht Barberfallen) mit einem Durchmesser von 2 cm vom 12. VIII. bis 24. VIII. 1992 ausgebracht.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

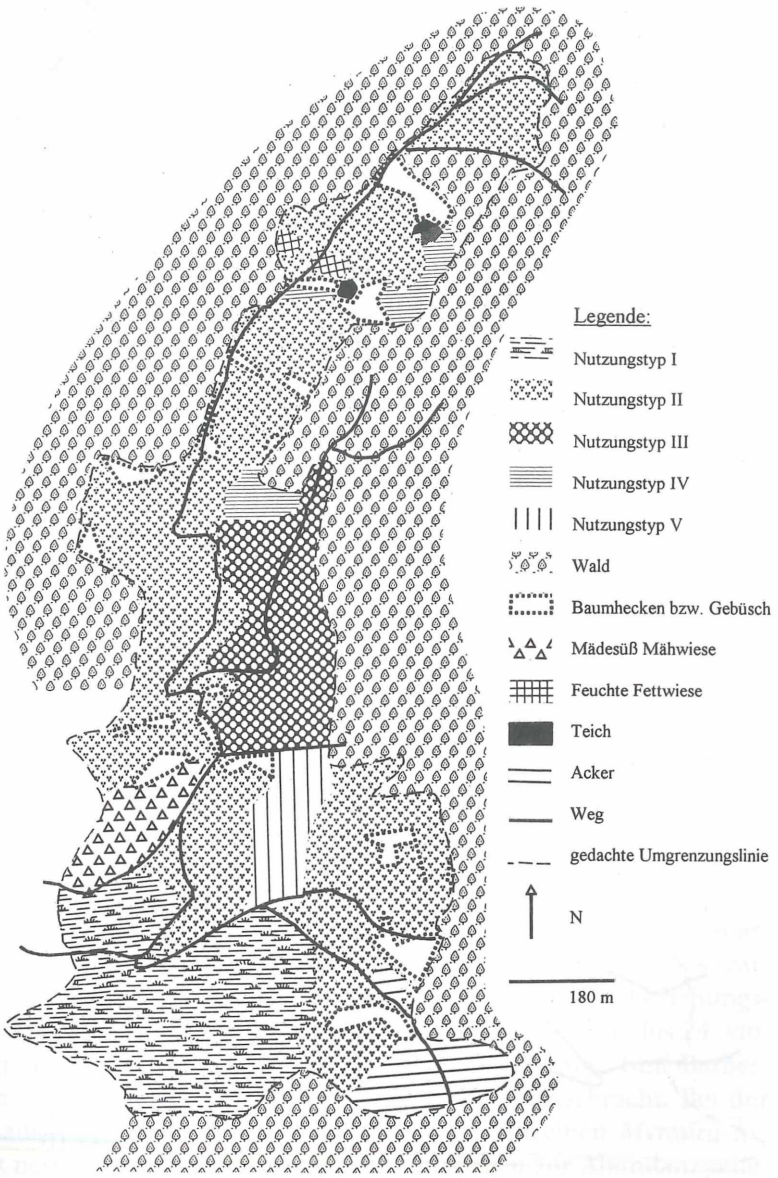
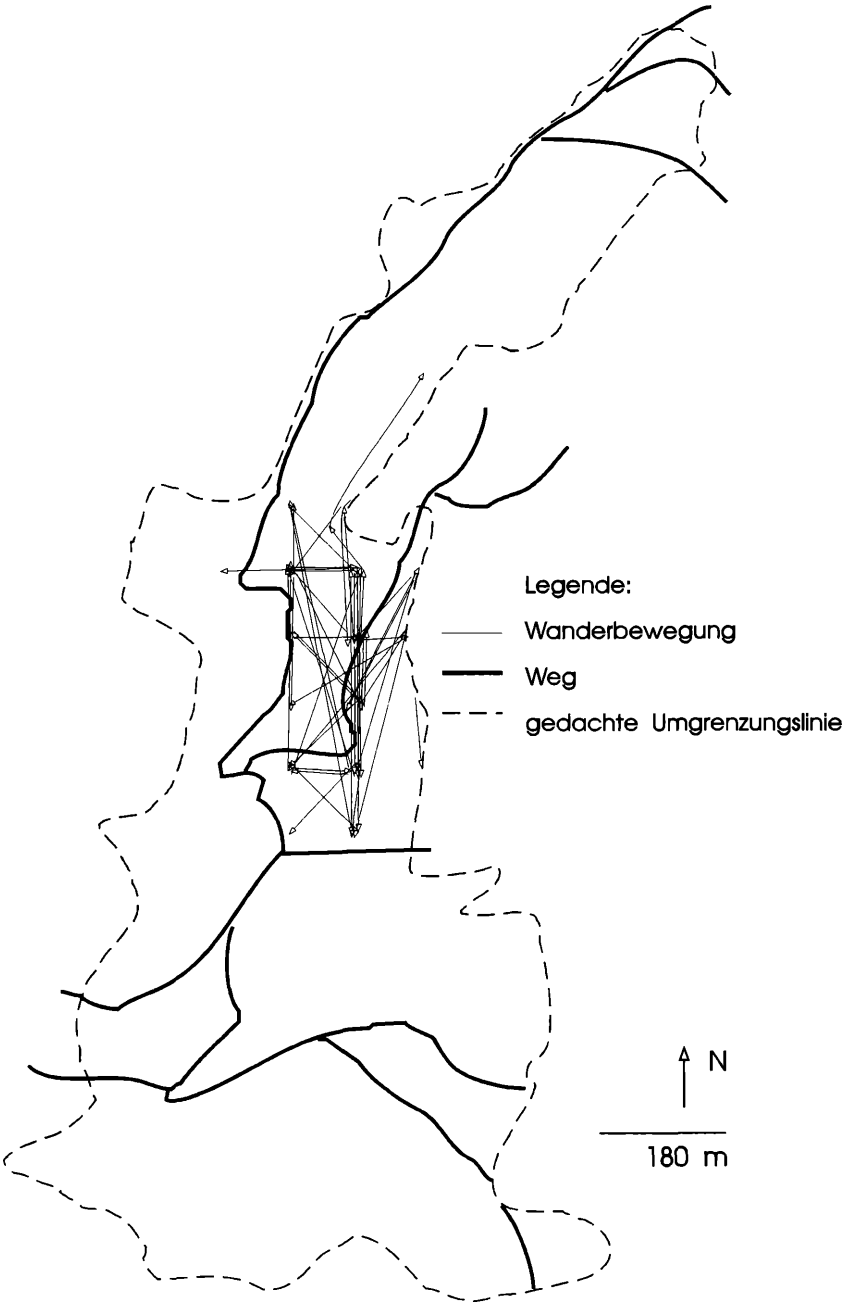


Abb. 3: Schematische, flächenbezogene Unterteilung des Gebiets Schlatter Schafweide 1992 in die Nutzungstypen I–V.

Fig. 3: Schematic subdivision of the investigation site Schlatter Schafweide in 1992 in the types of landuse I–V.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

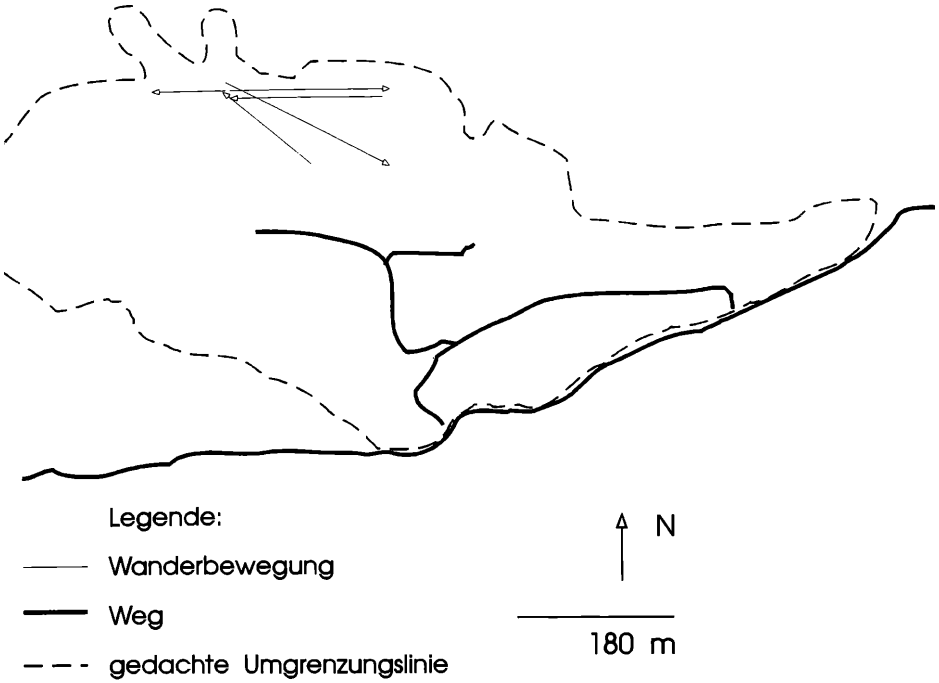


Abb. 4: Gewanderte Strecken der Falter 1992 im Gebiet der Schlatter Schafweide und am Köhlbergsüdhang.

Fig. 4: Moved distances of the butterflies in 1992 at the Schlatter Schafweide and at the Köhlbergsüdhang.

b) Nachweis der potentiellen Wirtsameisenart *Myrmica sabuleti* an markierten Eiablage- beziehungsweise Präimaginalstadienfundstellen. Es wurden 25 Barberfallen (s. o.) direkt neben markierten Eiablage- beziehungsweise Präimaginalstadienfundstellen plaziert und vom 14. VIII. bis 24. VIII. 1992 exponiert. Zusätzlich wurden im Gebiet noch weitere fünf Barberfallen im selben Zeitraum als Vergleichsstichprobe ausgebracht. Bei der Ergebnisauswertung wurden die Fangzahlen der einzelnen *Myrmica*-Arten nicht berücksichtigt, da durch sie keine Aussagen zur Abundanz möglich sind.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tabelle 2: Einteilung der Gebiete in Nutzungstypen und deren Charakterisierung in bezug auf Nutzungsform beziehungsweise -intensität in Stichworten. N = Stickstoffzahl, F = Feuchtezahl nach ELLENBERG et al. (1991).

Table 2: Subdivision of the investigation sites in types of landuse (= Nutzungstyp) and short characterization according to type of management and intensity.

Gebiet	Nutzungstyp	Charakterisierung
Schlatter Schafweide	I	Beweidung täglich, Pferchfläche, grasdominiert. F = 4,7 (mittelfeuchter Boden); N = 4,6 (mäßig stickstoffreich)
	II	Beweidung täglich, mager, *Thymus*-dominiert. F = 4,1 (trockener bis frischer Boden); N = 3,6 (stickstoffarm bis mäßig stickstoffreich)
	III	Beweidung etwa 1× wöchentlich, kurzer Mesobrometumtyp, *Thymus*-reich. F = 3,9 (trockener bis frischer Boden); N = 3,3 (stickstoffarm)
	IV	Beweidung etwa 14tägig, Sukzession von *Prunus spinosa*. F = 4,2 (trockener bis frischer Boden); N = 3,6 (stickstoffarm bis mäßig stickstoffreich)
	V	Frische Mähwiese, dominiert von *Trifolium repens* und *Phleum pratense*, Mahd Ende Juli, dann täglich beweidet. F = 5,0 (frischer Boden); N = 5,2 (mäßig stickstoffreicher Boden)
Köhlbergsüdhang	VI	extensive Beweidung 1× jährlich, artenreiches Mesobrometum, Wacholderheide. F = 4,0 (trockener bis frischer Boden); N = 3,2 (stickstoffarm)
Teil des NSG Bürgle	VII	extensive Beweidung unregelmäßig in 1- bis 2jährigen Abständen, starke Verbuschungssukzession. F = 4,0; N = 3,2 (s. o.)
Teil des NSG Beuren	VIII	extensive Mahd in 1- bis 2jährigen Abständen, orchideenreiches Mesobrometum, Wacholderheide. F = 4,0; N = 3,2 (s. o.)

4 Ergebnisse

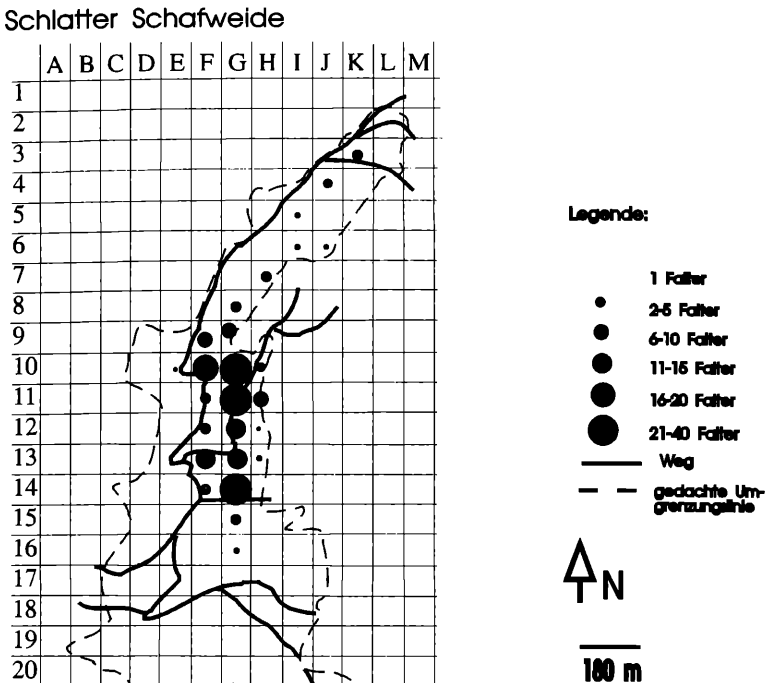
4.1 Vegetationscharakterisierung und Einteilung in Nutzungstypen

Die Flächen der Untersuchungsgebiete wurden aufgrund der Nutzungsform beziehungsweise -intensität in Nutzungstypen unterteilt (Abb. 3, Tab. 2), die durch insgesamt 13 Vegetationsaufnahmen beschrieben wurden (siehe Anhang). Dadurch sollte die Eignung der Bereiche verschiedener Nutzung als Habitat für *Maculinea arion* untersucht werden (vgl. 4.2).

4.2 Markierungs- und Wiederfanguntersuchungen

Im Zeitraum vom 23. VI. bis 27. VII. 1992 konnten in den Untersuchungsgebieten insgesamt 166 Falter markiert werden, wobei sich die größte gefundene Population auf der Schlatter Schafweide befand (Tab. 3). Im NSG Beuren wurden lediglich 9 Falter markiert, die nicht in Tabelle 3 aufgenommen wurden.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at



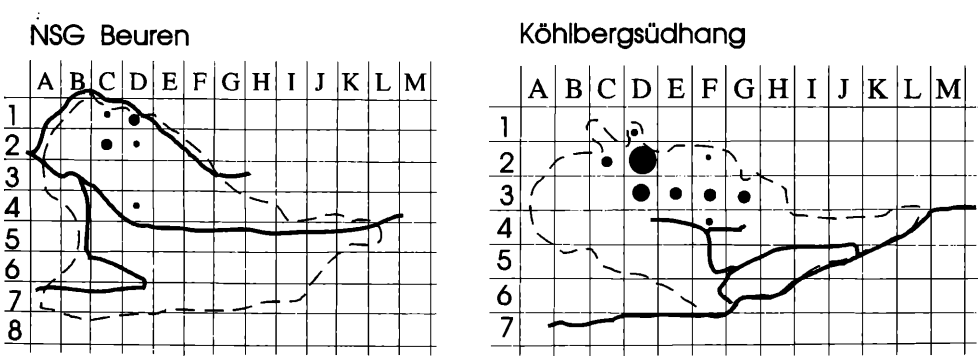


Abb. 5: Verteilung der Falter 1992 in den Untersuchungsgebieten.

Fig. 5: Distribution of the butterflies in 1992 in the investigation areas.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tabelle 3: Berechnete Mobilitätsparameter nach WARREN (1987) und VÄISÄNEN et al. (1994) für die Untersuchungsgebiete Schlatter Schafweide und Köhlbergsüdhang

Table 3: Calculated movement data according to WARREN (1987) and VÄISÄNEN et al. (1994) at the Schlatter Schafweide and the Köhlbergsüdhang.

Mobilitätsparameter der Populationen	Schlatter Schafweide und Köhlbergsüdhang zusammengefaßt	Schlatter Schafweide	Köhlbergsüdhang
Markierte Individuen	158	120	38
Wiedegefangene Individuen	53	45	8
Anzahl der Wiederfänge (mit Mehrfachfängen)	90	80	10
$\overline{m}$ von R (m)	149,3 (s = 127,4)	159,7 (s = 131,7)	90,7 (s = 82,4)
Rmax (m)	458,9	458,9	201,3
$\overline{m}$ von D (m)	214,8 (s = 208,7)	232,8 (s = 216,3)	113,2 (s = 124,2)
Dmax (m)	930,2	930,2	360
$\overline{m}$ von *di* (m)	132,4 (s = 105,1)	136,1 (s = 107,3)	100,7 (s = 82,6)

Legende:

s Standardabweichung
$\overline{m}$ arithmetischer Mittelwert
di minimale, geradlinig zurückgelegte Strecke in m zwischen Fang i und (i+1);
D Summe aller *di* für jedes Individuum (minimale gewanderte Strecke);
Dmax maximales registriertes *D* in der Population;
R Entfernung in m zwischen den beiden entferntesten Fangpunkten für jedes Individuum;
Rmax maximaler Aktionsradius, welcher für jede Population registriert wurde.

4.2.1 Mobilität

Die Berechnung der Mobilitätsparameter konnte aufgrund der Stichprobengröße nur für die beiden größeren Populationen der Schlatter Schafweide und des Köhlberghangs durchgeführt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Aus den Abbildungen 4 und 5 ist zu erkennen, daß sich die Falter in den Untersuchungsgebieten auf relativ eng begrenzte Bereiche beschränkten.

Vor allem im Gebiet der Schlatter Schafweide fiel auf, daß sich die Tiere fast ausschließlich am Südhang im Nutzungstyp III aufhielten (vgl. Abb. 4).

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

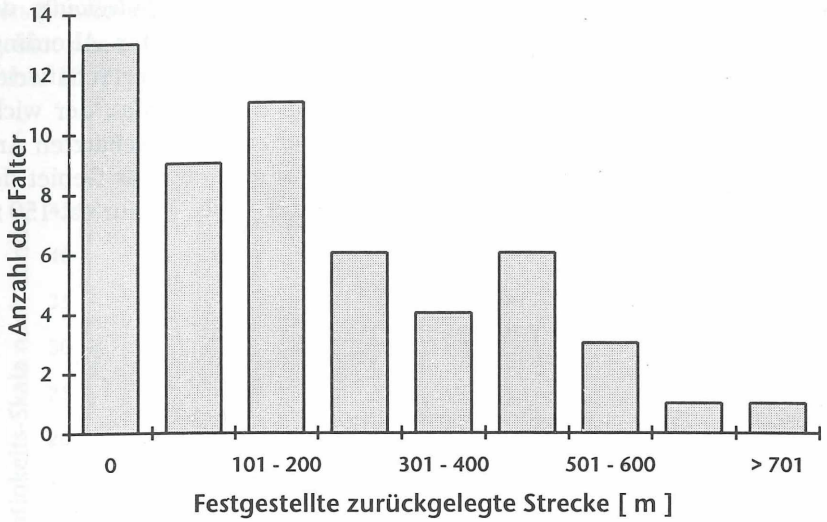


Abb. 6: Übersicht der festgestellten von den Faltern zurückgelegten Mindeststrecken innerhalb der Untersuchungsgebiete.

Fig. 6: Overview on the registered minimal distance movements inside the investigation areas.

Die zurückgelegten Gesamtflugstrecken der einzelnen Tiere (Abb. 6) zeigen, daß es für die Falter theoretisch durchaus möglich wäre, von einem der Untersuchungsgebiete in ein benachbartes zu fliegen. Auf direktem Verbindungsweg sind aber alle Untersuchungsgebiete, außer die Wacholderheide am Köhlbergsüdhang und das NSG Bürgle, durch Wald von über 200 m Breite getrennt, der eine mögliche Barriere darstellen könnte. Selbst zwischen den beiden letztgenannten Flächen konnte keine Wanderung über die ca. 500 m breite, offene Fläche festgestellt werden. Wanderungen über 500 m wurden nur bei 5 der 54 wiederbeobachteten Falter, das heißt bei 9 % der Tiere, registriert.

4.2.2 Zusammenhang zwischen der Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* und dem Vorkommen von *Maculinea arion*

Die Berechnung der Rangkorrelation nach SPEARMAN aufgrund der in Abb. 7 und 8 dargestellten Werte ergab einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen der Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* und

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

dem bevorzugten Aufenthaltsort der Imagines von *Maculinea arion* (r_S = 0,642; α = 0,05). Je höher die Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides*, desto größer war in der Regel die Anzahl der markierten Falter. Allerdings fiel auf, daß nur drei Falter im Nutzungstyp II der Schlatter Schafweide angetroffen wurden, obwohl die Deckung von *T. pulegioides*, der wichtigsten Eiablagepflanze im Gebiet (vgl. 4.4), hier mit der geschätzten Artmächtigkeit von 45 nach Londo (1975) am größten war. Das Gebiet des Nutzungstyps III mit dem Hauptvorkommen der Falter ist nur ca. 150 m über offenes Gelände davon entfernt.

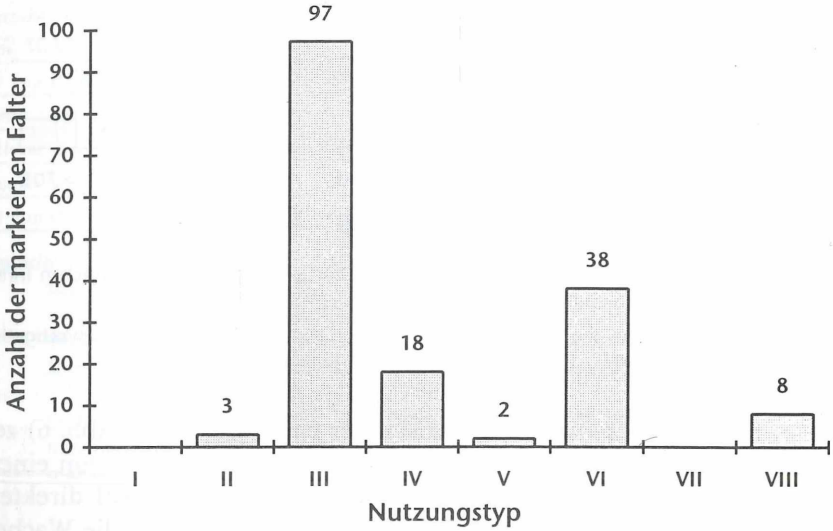


Abb. 7: Verteilung aller markierten Falter auf die Nutzungstypen.

Fig. 7: Distribution of the marked butterflies at the types of landuse.

Dies legt den Schluß nahe, daß eine hohe Artmächtigkeit der Eiablagepflanze für das Vorkommen des Falters zwar von großer Bedeutung, aber nicht allein entscheidend ist.

4.2.3 Phänologie und Populationsgröße

Im Untersuchungsjahr 1992 wurde der erste Falter am 23. VI. am Köhlbergsüdhang bei Jungingen, der letzte am 27. VII. im Gebiet der Schlatter Schafweide beobachtet. Das Maximum der Flugzeit dürfte aufgrund der Beobachtungen auf der Schlatter Schafweide um den 4. VII. gelegen ha-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

ben (vgl. Abb. 10). Nach dem 17. VII. waren deutlich weniger Tiere bei den Kontrollgängen zu sehen. Die minimale Dauer der Flugzeit betrug im Gebiet der Schlatter Schafweide 33 Tage, am Köhlbergsüdhang 30 Tage (Abb. 10, 11).

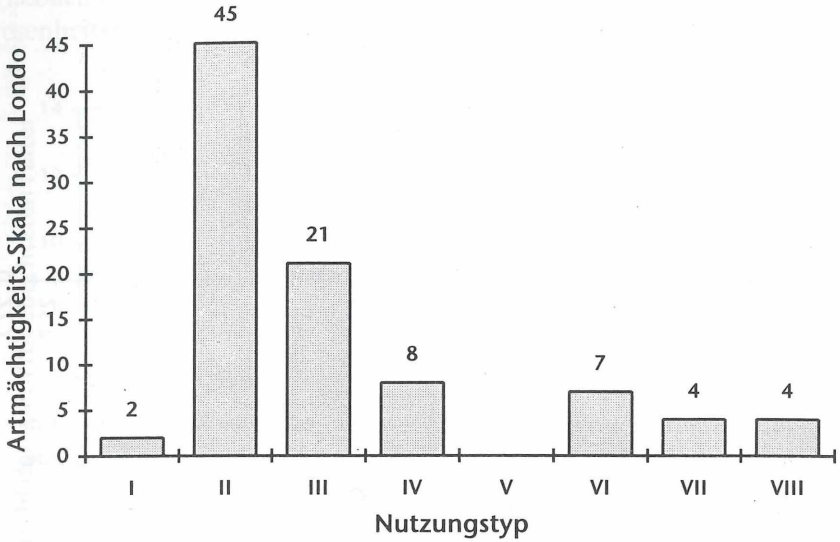


Abb. 8: Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* in den Nutzungstypen. Die nach BRAUN-BLANQUET (1951) geschätzte Deckung von *T. pulegioides* in den Nutzungstypen (vgl. Anhang) wurde zur graphischen Darstellung in die Artmächtigkeits-Skala von LONDO (1976) übertragen.

Fig. 8: Frequency of *Thymus pulegioides* at the types of landuse based on LONDO (1976).

Im NSG Beuren wurde eine zu geringe Anzahl an Individuen gefunden, um eine Verteilung über eine Flugperiode darstellen zu können. Der erste Falter wurde am 28. VI., der letzte am 13. VII. beobachtet.

Bei den Berechnungen der Tages-Populationsgrößen wurden aufgrund der geringen Individuenanzahl nur an drei Tagen im Gebiet der Schlatter Schafweide die Vertrauenskriterien für die JOLLY-SEBER-Werte erfüllt. Demnach betrug die geschätzte Tages-Populationsgröße hier am 4. VII. 106 (s = 52) Falter, am 8. VII. 119 (s = 49) beziehungsweise am 12. VII. 33 (s = 9) Falter.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

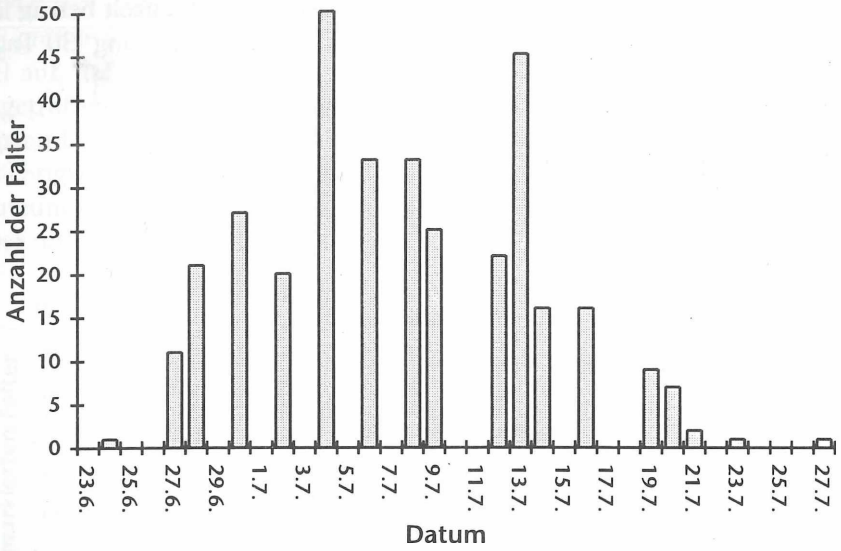


Abb. 10: „Minimal number alive" von *Maculinea arion* 1992 auf der Schlatter Schafweide.
Fig. 10: „Minimal number alive" of *Maculinea arion* 1992 at the site Schlatter Schafweide.

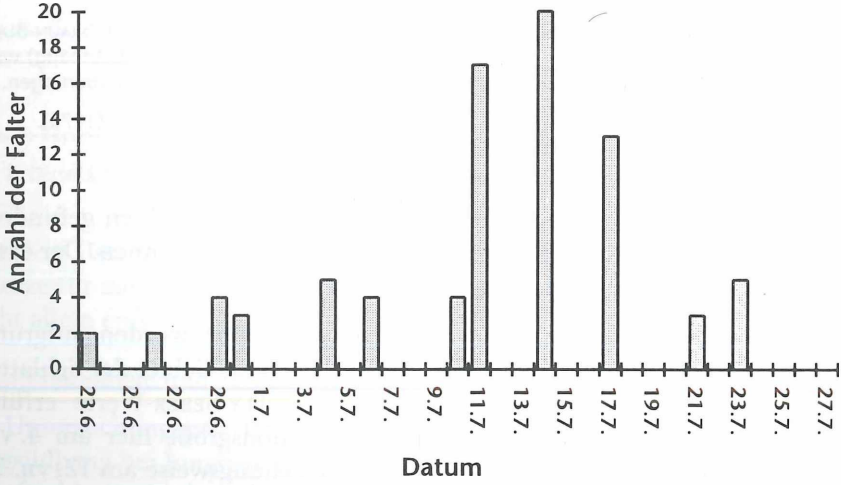


Abb. 11: „Minimal number alive" von *Maculinea arion* 1992 am Köhlbergsüdhang.
Fig. 11: „Minimal number alive" of *Maculinea arion* 1992 at the site Köhlbergsüdhang.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

4.2.4 Minimale Anwesenheitszeit der Falter

Die durchschnittliche minimale Anwesenheitszeit aller markierten Falter (einschließlich NSG Beuren) betrug 2,8 Tage (s = 3,9), die der wiederbeobachteten Falter 6,6 Tage (s = 5). Die längste minimale Anwesenheitszeit eines Falters war 17 Tage. Dies zeigt deutlich, daß einzelne Falter erheblich länger leben können, als es die durchschnittliche minimale Anwesenheitszeit von 2,8 Tagen andeutet.

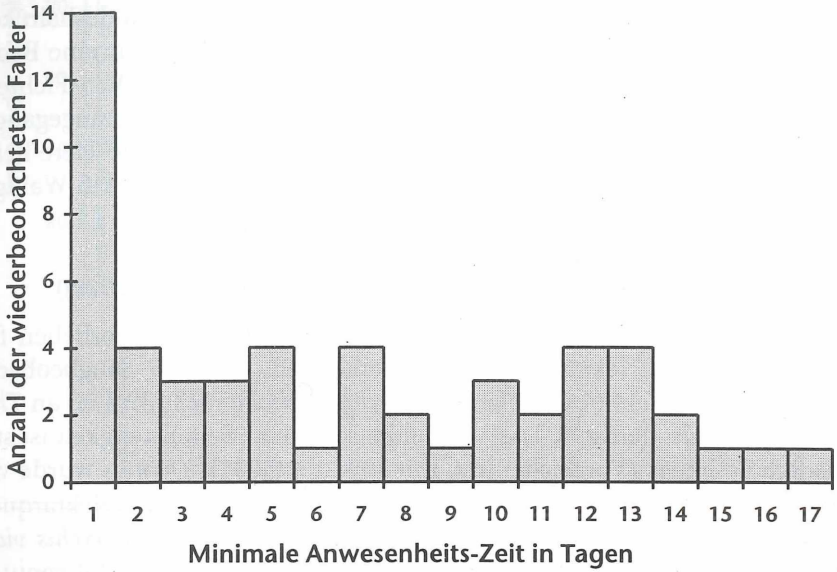


Abb. 12: Minimale Anwesenheitszeit der wiederbeobachteten Falter.

Fig. 12: Minmal residence time of the recaptured butterflies.

4.2.5 Beobachtungen zum Flugverhalten

Aufgrund des Flugbilds war *Maculinea arion* in den Untersuchungsgebieten meist schon aus mehreren Metern Entfernung von anderen ebenfalls vorkommenden Bläulingen zu unterscheiden. Die Flügelschlagfrequenz ist im Vergleich zu *Polyommatus (Lysandra) coridon* Poda 1761, *Polyommatus (Lysandra) bellargus* Rottemburg 1775, *Polyommatus (Polyommatus) icarus* Rottemburg 1775 und *Polyommatus (Agrodiaetus) damon* [De-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

NIS & SCHIFFERMÜLLER] 1775 auffällig langsam, weshalb der Flug von *Maculinea arion* im Vergleich zu den genannten Arten weniger gewandt, langsamer und schwerfälliger wirkt. Die Falter von *Maculinea arion* setzen sich im Beobachtungsgebiet bei optimalem Wetter nach dem Landen zunächst mit geschlossenen Flügeln auf eine Pflanze. Im Gegensatz dazu öffnen die vier anderen genannten Bläulingsarten ihre Flügel in der Regel sofort nach dem Landen. Dieser Unterschied im Verhalten stellte sich als gutes Bestimmungsmerkmal, auch aus größerer Entfernung, im Gelände heraus. Gebüschgruppen und Baumhecken bis zu sieben Metern Höhe wurden von den Faltern gewöhnlich überflogen und stellten deshalb keine Barrieren innerhalb der Untersuchungsgebiete dar. Da nur eine Beobachtung eines Falters beim Überfliegen eines über 10 m hohen Fichtenriegels gemacht wurde (und dieses Verhalten wohl auf das vorangegangene Fangen und Markieren zurückzuführen war) und sonst nie Tiere beim Überfliegen von Wald beobachtet wurden, ist anzunehmen, daß Waldgebiete für *Maculinea arion* als Barriere wirken.

4.3 Nektarpflanzen der Falter, Artenspektrum und Präferenzen

Maculinea arion ließ in den Untersuchungsgebieten klare Vorlieben für zwei bestimmte Nektarpflanzenarten erkennen. Von 309 Saugbeobachtungen wurden 144 (46,6 %) an *Onobrychis viciifolia*, 123 (39,8 %) an *Thymus pulegioides* gemacht. Das Vorhandensein einer Seitenstetigkeit ist statistisch gesichert (Vorzeichentest, $n = 309$, $\alpha < 0{,}001$). *Thymus* wurde vor allem von den weiblichen Tieren zwischen den Eiablagen als Nektarquelle genutzt (67,5 % der Saugbeobachtungen an *Thymus*), *Onobrychis viciifolia* wurde bei dieser Gelegenheit dagegen nur ein einziges Mal genutzt. Weitere Saugpflanzen von größerer Bedeutung waren mit 18 Beobachtungen (5,8 %) *Origanum vulgare*, und mit je sieben Saugbeobachtungen (2,3 %) *Clinopodium vulgare* und *Prunella grandiflora* (Abb. 13).

Die Bevorzugung rosaroter bis blauer Blütenfarben war eindeutig und ohne Ausnahme.

Mit 160 Saugbeobachtungen (51,8 %) stellte die Familie Lamiaceae die wichtigste Nahrungsquelle der Falter dar. Von etwa gleicher Bedeutung war die Familie Fabaceae mit 146 Saugbeobachtungen (47,2 %). Für die Familien Polygalaceae und Dipsacaceae existieren nur Einzelbeobachtungen. Erstmals in Baden-Württemberg als Nektarpflanzen nachgewiesen wurden *Clinopodium vulgare, Prunella vulgaris, Trifolium pratense, Polygala amarella* und *Scabiosa columbaria.*

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

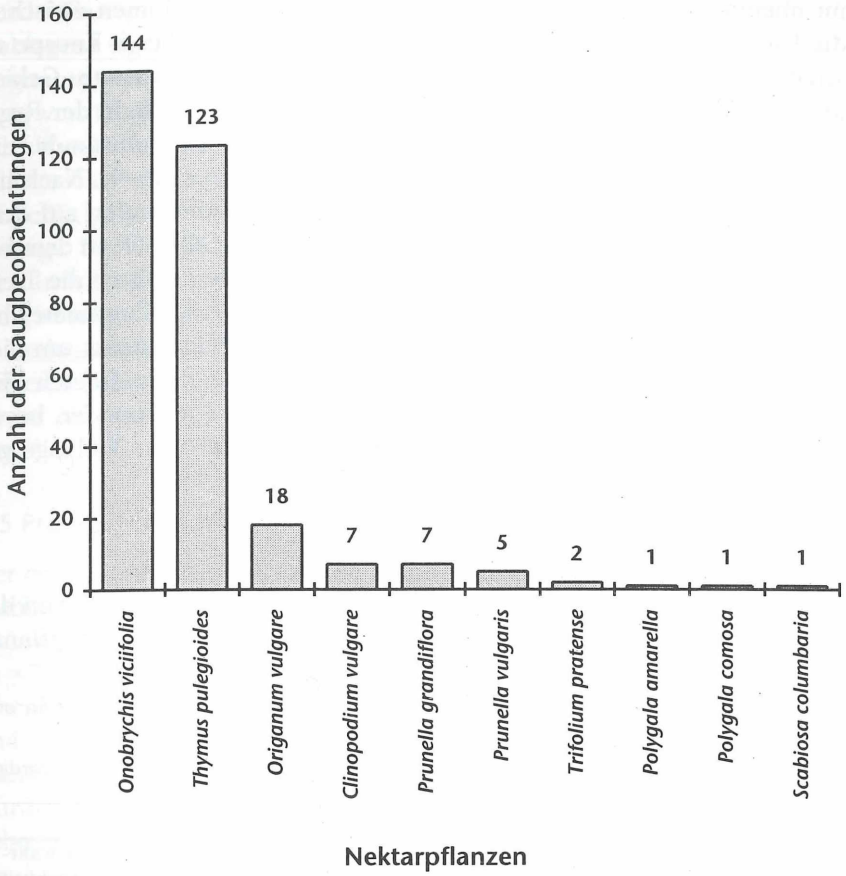


Abb. 13: Anzahl der Saugbeobachtungen pro Nektarpflanzenart.
Fig. 13: Number of feeding events per nectarplant species.

4.4 Eiablagen

4.4.1 Beschreibung des Eiablageverhaltens

Weibliche Tiere vor der Eiablage flogen zunächst bodennah im langsamen Pendelflug über Stellen niedriger Vegetation mit Vorkommen von *Thymus pulegioides*. Dann setzte sich das Weibchen mit geschlossenen Flügeln auf die Spitze des *Thymus*- (beziehungsweise seltener *Origanum*-) Blütenstandes. Es probierte einige Male rundum, um sich selbst drehend,

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

im oberen, knospenden Teil des Blütenstandes das Abdomen zwischen die Unterseite einer Knospe und dem Hochblatt unter dieser Knospe zu schieben, wobei es mit den Fühlern den Blütenstand abtastete. Gelang dies an einer dem Tier geeignet erscheinenden Stelle, wurde in der Regel an die Unterseite einer Knospe im oberen Bereich des Blütenstandes ein Ei bevorzugt zwischen Knospe und Hochblatt geheftet (Tab. 4). Nach beendeter Eiablage blieb das Weibchen oft noch einige Sekunden auf dem Blütenstand sitzen und breitete dabei die Flügel aus. Falls sich an dem belegten Blütenkopf bereits aufgeblühte Blüten befanden, saugten die Tiere des öfteren daran. Ansonsten flogen sie meist nur wenige Zentimeter bis zu einem benachbarten, bereits blühenden *Thymus*-Blütenstand, um hier zu saugen. Dabei saßen sie, wie oftmals beobachtet, mit geöffneten Flügeln auf dem Blütenkopf und rieben die Hinterflügel aneinander, bevor sie im niedrigen, langsamen Pendelflug weiter nach für die Eiablage geeigneten Blütenköpfen suchten.

4.4.2 Eiablagepräferenzen

Insgesamt wurden 34 Eiablagen von *Maculinea arion* beobachtet, von denen 18 markiert und weiterhin kontrolliert wurden. Als Eiablagepflanze

Tabelle 4: Übersicht über die Ergebnisse der Beobachtung von Eiablagepräferenzen und statistische Auswertung (Vorzeichentest nach LORENZ 1992)

Table 4: Overview on the results of oviposition preferences and statistical analysis according to LORENZ (1992).

Untersuchte Präferenz	Signifikante Präferenz	Stichprobengröße (n)	Irrtumswahrscheinlichkeit (α)
Eiablagepflanzenart	*Thymus pulegioides* (n = 32) vor *Origanum vulgare* (n = 2)	34	< 0,001
Phänologie der Eiablagepflanze	Blütenköpfe im ausschließlich knospenden Zustand (n = 25) vor blühenden Blütenköpfen (n = 7)	32	< 0,001
Soziabilität der Eiablagepflanze	–	16	> 0,05
Pflanzenteil, an den das Ei abgelegt wird	Eiablage im oberen Blütenkopfbereich junger Knospen an die Unterseite einer Knospe, zwischen Hochblatt und Knospe (n = 14) vor anderen Pflanzenteilen des Blütenkopfes (n = 2)	16	< 0,01
Schutz der Eiablagestelle	–	18	> 0,05
Lichtverhältnisse an der Eiablagestelle zum Zeitpunkt der Eiablage	besonnte Pflanzen (n = 16) vor beschatteten Pflanzen (n = 2)	18	< 0,01

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

wurde *Thymus pulegioides* (32 Eiablagen) gegenüber *Origanum vulgare* (2 Eiablagen) signifikant bevorzugt (Tab. 4). Ein Wechsel von *Thymus* auf *Origanum* wurde bei zwei Weibchen jeweils einmal beobachtet, die Nutzung von *Origanum vulgare* als Eiablagepflanze war also nie ausschließlich. Wie in Tabelle 4 zu erkennen, spielte die Phänologie der Eiablagepflanze bei der Auswahl eine entscheidende Rolle. Blütenköpfe im ausschließlich knospenden Zustand wurden gegenüber bereits blühenden bevorzugt. Die Bevorzugung von Eiablagepflanzen in bestimmter Soziabilität durch die Falter war nicht zu erkennen. Ebenso konnte keine Bevorzugung von besonders geschützten Stellen zur Eiablage, wie beispielsweise in Bodenmulden oder hinter Gebüsch nachgewiesen werden. Als Pflanzenteil wurde die Unterseite einer Knospe, zwischen Hochblatt und Knospe im oberen Bereich junger Knospen des Blütenkopfes bevorzugt von den Weibchen zur Eiablage gewählt (Tab. 4).

4.5 Präimaginalstadien

Der erste Fund einer verlassenen Eihülle wurde am 12. VII. 1992 bei einer Eiablage vom 2. VII. gemacht. Die durchschnittliche Dauer von der Eiablagebeobachtung bis zum Fund einer Eihülle betrug 10,4 Tage (n = 7). Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt elf Raupen von *Maculinea arion* gefunden, davon 10 Exemplare an *Thymus pulegioides* und eines an *Origanum vulgare* (Tab. 5). Bei Kontrollen der markierten Eiablagepflanzen wurden sieben Raupen entdeckt, zwei Exemplare wurden beim stichprobenhaften Absuchen von *Thymus*-Köpfchen um Eiablagestellen gefunden, zwei weitere Raupen bei der Suche nach Präimaginalstadien (Tab. 5). Die erste verlassene Eihülle wurde am 12. VII., die ersten fünf Raupen am 24. VII., die letzte am 5. VIII. gefunden. Bei Kontrollen, die tagsüber bei warmen Temperaturen stattfanden, befanden sich die ersten beiden Entwicklungsstadien der Raupen wohl in den *Thymus*-Knospen und konnten deshalb anfangs nicht gefunden werden. Die bereits größeren Tiere, die auch tagsüber entdeckt wurden, verhielten sich bewegungslos. In den Abendstunden wurden die jungen Raupen aktiver und krochen aus den Blütenknospen heraus. Die von den jungen Raupen (L_1 und L_2) verursachten Fraßspuren waren charakteristisch und von kreisrunder Form. Sie befanden sich meist nahe der Knospenbasis (Abb. 14). Kotspuren als schwarze, kleinkörnige Substanz waren vor allem am Sproß im Blütenbereich zu finden. Die Fraßspuren der größeren Raupen von *Maculinea arion* (L_3) waren unspezifischer und von wech-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

selnder Form. Die *Thymus*-Knospen waren meist von der Oberfläche her großflächiger angefressen (Abb. 14).

Bei der systematischen Suche nach Präimaginalstadien ohne Kenntnis exakter Eiablagestellen (n = 1600) wurden zwei Raupen gefunden, eine davon im NSG Bürgle, wo keine Falter der Art beobachtet werden konnten (Tab. 5). Als eindeutigen Hinweis auf das Vorkommen von *M. arion* an einem Fundort wurden auch die 13 Eihüllenfunde an Blütenständen von *Thymus* mit Fraß- und Kotspuren gewertet.

Tabelle 5: Übersicht der Raupenfunde und kurze Charakterisierung der Fundstellen
Table 5: Overview on the found caterpillars and short characterization of the sites.

Fundort, Höhenangabe [m ü. NN]	Flächenquadrant	Fundstelle	Datum des Fundes (1992)	Größe der Raupe [mm]	Raupenfutterpflanze	Nutzungstyp und Kurzbeschreibung der Fundstelle
Sch 650-680	F 11	an Eiablage Nr. 7	24. VII.	ca. 3	Thy	III, steile Böschung mit ca. 35 cm hoher Vegetation und Schlehensukzession
Sch 650-680	G 14	an Eiablage Nr. 8	29. VII.	2,2	Thy	III, Stelle kurzer Vegetation mit viel *Thymus*
Sch 670-700	G 12	an Eiablage Nr. 10	24. VII.	ca. 1,5	Thy	III, Stelle mit ca. 20 cm hoher Vegetation mit viel *Thymus*
Sch 670-700	F 13	an Eiablage Nr. 13	24. VII. 31. VII. 2. VIII.	2 3 3	Thy	III, Stelle mit ca. 20 cm hoher Vegetation mit viel *Thymus*
Sch 670-700	F 13	an Eiablage Nr. 14	29. VII.	1,2	Or	III, an Gebüschsaum
Sch 650-680	G 14	an Eiablage Nr. 19	24. VII. 29. VII. 31. VII.	1,8 2 2,2	Thy	III, Stelle kurzer Vegetation mit viel *Thymus*
Sch 650-680	G 14	an Eiablage Nr. 21	29. VII. 31. VII.	1,5 2,2	Thy	III, Stelle kurzer Vegetation mit viel *Thymus*
Sch 650-680	G 14	Stichprobe bei Eiabl. Nr.19	24. VII.	1,8	Thy	III, Stelle kurzer Vegetation mit viel *Thymus*
Jung 730-750	D 2	Stichprobe bei Eiablagebeobachtungsstelle	27. VII.	3	Thy	VI, Stelle kurzer Vegetation mit viel *Thymus*
Jung 710-730	D 3	Systematische Raupensuche	4. VIII.	3	Thy	VI, kurze Stelle inmitten hoher Vegetation in trokkener Mulde mit viel *Thymus*
Bü ca. 700		Systematische Raupensuche	5. VIII.	3,2	Thy	VII, am Fuß des Südhangs inmitten hoher Vegetation

Legende: Sch = Schlatter Schafweide; Jung = Köhlbergsüdhang; Bü = NSG Bürgle.
Thy = *Thymus pulegioides;* Or = *Origanum vulgare;*

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

4.6 Erfassung der *Myrmica*-Ameisen

Myrmica sabuleti war hauptsächlich in den Barberfallen an den Eiablage- und Präimaginalstadien-Fundstellen zu finden (Abb. 15). An diesen Stellen kam *Myrmica sabuleti* in 40% der Barberfallen vor und war dort die am häufigsten in den Fallen vertretene Ameisenart. Dies spricht dafür, daß eine Adoption der Raupen von *Maculinea arion* durch die geeignete Wirtsameisenart *Myrmica sabuleti* hier an mindestens 40% der Stellen möglich war. Auch in den stichprobenartig im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets Schlatter Schafweide aufgestellten Fallen und in den Fallenquadrat 3 und 4 war *M. sabuleti* vertreten (Abb. 15), aber in deutlich geringerem Anteil.

Mit der angewendeten Methode konnte *Myrmica sabuleti* insbesondere auf süd- bis südwestlich exponierten Hängen oder ebenen Flächen des Untersuchungsgebiets nachgewiesen werden, wo sie vor allem an trockenen Stellen niedriger Vegetation, wie sie die meisten Eiablagestellen charakterisierten, in den Fallen vorkam. Aber auch am trockenen, südlichen Gebüschrand fanden sich Arbeiterinnen von *Myrmica sabuleti.* Dagegen kam die Art in den im Fallenquadrat 3 zufällig verteilten Barberfallen, die auch an Stellen höherer Vegetation ausgebracht worden waren, nur in einer der acht Fallen vor. Auffallend ist, daß *M. sabuleti* an den grasdominierten, aber kurzrasigen west- beziehungsweise nordwestexponierten Hängen der Fallenquadrate 1 und 2 (Nutzungstyp I und II) in keiner Falle anzutreffen war (Abb. 15). Hier fanden sich als einzige Arten der Gattung *Myrmica* nur *Myrmica rubra* und *Myrmica scabrinodis* in den Fallen.

5 Diskussion

Habitatansprüche bezüglich Eiablage- und Nektarpflanzen

In Abhängigkeit von der Nutzung der Flächen waren die Bedingungen für die bevorzugte Eiablage- und Nektarpflanzenart *Thymus pulegioides* unterschiedlich. Die Nutzungsform beziehungsweise -intensität bestimmte das Bild der Vegetationsaufnahmeflächen durch unterschiedliche dominierende Pflanzenarten und Vegetationshöhen (vgl. Pauler 1993). Nur eine verhältnismäßig intensive Beweidung dieser Flächen ermöglicht *Thymus pulegioides* ein Vorkommen in hoher Artmächtigkeit (vgl. Abb. 8).

An den Stellen intensiver Beweidung wird die Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* aus drei wesentlichen Gründen gefördert:

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

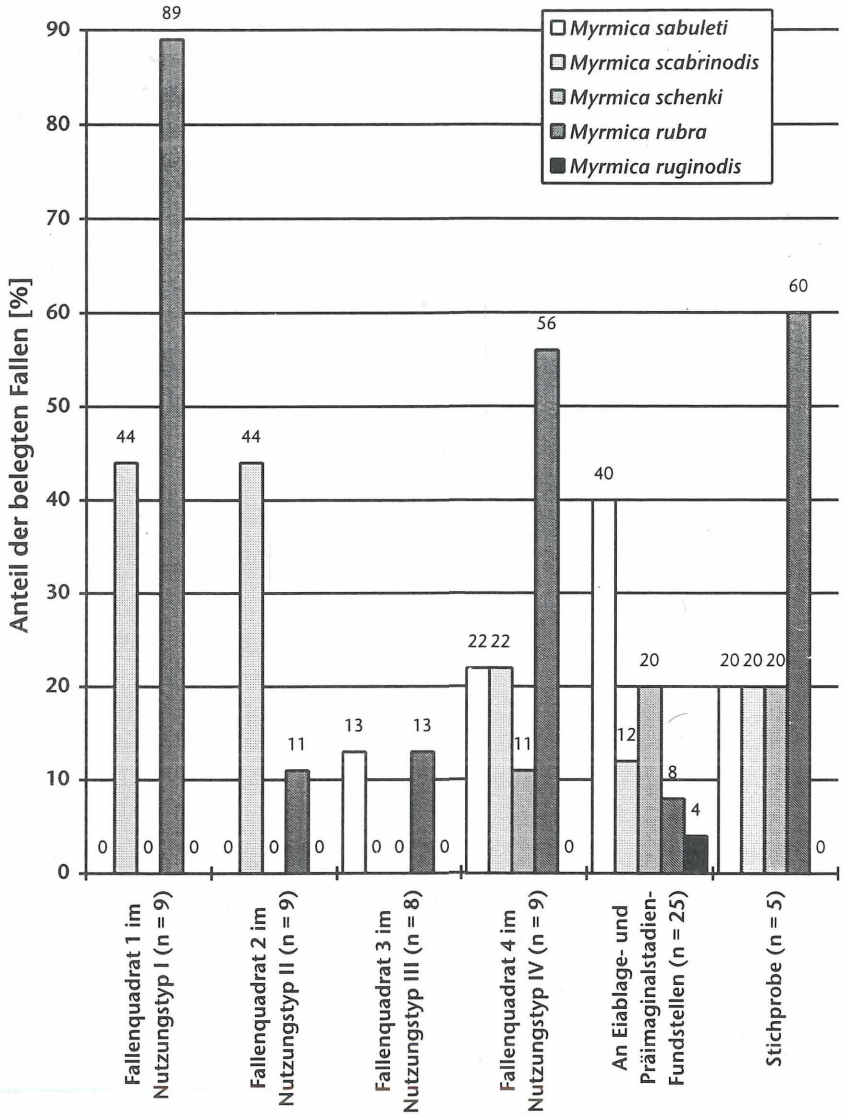


Abb. 15: Prozentualer Anteil der mit *Myrmica*-Ameisen belegten Fallen. (Die Prozentzahlen sind auf den Säulen angegeben; n = Anzahl der Fallen.)

Fig. 15: Percentage part of the traps with *Myrmica* ants.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

a) Die Art wird vom Weidevieh aufgrund ihrer Inhaltsstoffe gemieden[1].

b) Die Vegetation wird kurz gehalten. Dadurch sind die Lichtverhältnisse für eine vegetative Vermehrung der Lichtpflanze *Thymus pulegioides* (L = 8 nach ELLENBERG et al. 1991) optimal.

c) Dem Boden werden Nährstoffe entzogen, was dem Magerkeitszeiger *T. pulegioides* (N = 1 nach ELLENBERG et al. 1991) entgegenkommt.

Auf den besonders intensiv beweideten Flächen des Nutzungstyps I (Abb. 3) wurden jedoch nur einzelne Exemplare von *Thymus pulegioides* gefunden. Der Grund dafür ist in dem durch die Schafherde verursachten Nährstoffeintrag zu sehen. Die Tiere wurden nachts auf den Flächen dieses Nutzungstyps gepfercht, was sich deutlich negativ auf das Vorkommen des Magerkeitszeigers *Thymus pulegioides* auswirkte. Die Flächen waren deshalb grasdominiert. Läßt die Intensität der Beweidung nach, wie bei Nutzungstyp VI und VII, oder wird die Fläche durch Mahd gepflegt (Nutzungstyp VIII), hat dies zur Folge, daß die Abundanz von *Thymus pulegioides* abnimmt (vgl. PAULER 1993). *Thymus* war aber auch auf den Flächen des Nutzungstyps IV, die sich durch eine Vegetationshöhe von etwa 40 cm mit starker Sukzession von *Prunus spinosa* auswiesen, mit einer Deckung von 2 m nach BRAUN-BLANQUET (1951) noch relativ häufig. Dies stimmt überein mit THOMAS (1980): *Thymus* toleriert weite Spannbreiten von Wuchshöhen. Von unbeweideten Stellen verschwindet die Art aber nach einigen Jahren.

Bei der Untersuchung war besonders auffallend, daß sich die Falter von *Maculinea arion* bis auf wenige Ausnahmen nur auf Flächen des Nutzungstyps III (in einigen Fällen auch IV) am Südhang im Gebiet flogen (Abb. 3, 5). Laut ELMES & THOMAS (1987) ist das punktuelle Vorkommen im Verbreitungsgebiet ein Charakteristikum für obligat parasitäre Arten wie *M. arion*. Da der bevorzugte Aufenthaltsort der Falter der einzige Südhang im Untersuchungsgebiet war, könnte dies ein Hinweis darauf sein, daß hier auch die potentielle Wirtsameisenart *Myrmica sabuleti* besonders häufig ist. Diese Vermutung wird durch die Ergebnisse der Erfassung der *Myrmica*-Ameisen (vgl. 4.6) unterstützt.

[1] Nach WEIDEMANN (1986: 90) läßt intensive Beweidung Enzian-Fiederzwenkenrasen entstehen. Von den Schafen gemiedene Pflanzen, wie etwa der an ätherischen Ölen reiche Lippenblütler *Thymus serpyllum* (hier wohl als Sammelbezeichnung für mehrere Arten der Gattung *Thymus* verwendet, Anm. d. Verf.) nehmen zu.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

In 4.2.2 wurde eine signifikante Korrelation zwischen der Anzahl der beobachteten Falter und der Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* festgestellt. Bei der Verteilung der beobachteten beziehungsweise markierten Falter auf die vier Untersuchungsgebiete wird deutlich, daß bei insgesamt höherer Deckung mit *Thymus pulegioides* mehr Falter im Untersuchungsgebiet beobachtet beziehungsweise markiert werden konnten (Abb. 7, 8). Das ausreichende Vorkommen der Eiablagepflanze ist für *Maculinea arion* von großer Bedeutung. Jedoch ist das Vorkommen der Falter nicht allein davon abhängig. Dies zeigt sich deutlich bei der Verteilung der Falter auf die einzelnen Nutzungstypen im Untersuchungsgebiet Schlatter Schafweide. Obwohl *Thymus pulegioides* im Nutzungstyp II mit sehr hoher Deckung vorkam, wurden hier insgesamt nur drei Falter beobachtet (vgl. Abb. 7, 8). Diese geringe Beobachtungszahl kann nicht methodisch begründet werden. Die Flächen des Nutzungstyps II wurden gleich oft abgelaufen wie diejenigen des Nutzungstyps III. Folgende Faktoren, außer dem Vorkommen der Eiablagepflanze in hoher Artmächtigkeit an kurz begrasten Stellen, waren auf den Flächen des Nutzungstyps III im Gegensatz zu den anderen vorhanden und scheinen deshalb für die Habitatwahl von *M. arion* im Gelände außerdem von Bedeutung:

- Vorkommen der Wirtsameisenart *Myrmica sabuleti.*
- Exposition des Geländes: bevorzugter Aufenthaltsort der Falter war der südlich exponierte Hang[2].
- Höhe der Vegetation: geschützte Flächen mit höherer Vegetation (> 30 cm) und von Stellen mit günstigen mikroklimatischen Bedingungen (z. B. Bodenunebenheiten, einzelne Büsche) sind wichtig. Diese bieten, wie oft beobachtet, geschützte Sitzplätze für die Falter bei schlechtem Wetter und Sonn- und Ruheplätze in geeigneter Höhe.
- Vorkommen von wichtigen Nektarpflanzen: außer *Thymus pulegioides* vor allem *Onobrychis viciifolia.* An den wenigen Exemplaren, die am Hang des Nutzungstyps III nicht abgeweidet waren, konnten in der Regel Falter von *Maculinea arion* gefunden werden.

Nach Muggleton (1975) ist das Habitat von *M. arion* in England unter anderem durch die Anwesenheit von elf Pflanzenarten definiert: *Brachy-*

[2] Nach Thomas (1989) beschränkt sich *Maculinea arion* im klimatisch kühleren England auf steil südexponierte Abhänge. Muggleton (1975) gibt für Südengland (Cotswold) südost- oder südwestexponierte Hänge zwischen 15° und 30° Steigung als hauptsächliche Aufenthaltsorte von *M. arion* an.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

podium pinnatum, Bromus erectus, Festuca ovina, Carex flacca, Lotus corniculatus, Cirsium acaulon, Hieracium pilosella, Poterium sanguisorba, Helianthemum chamaecistus, Plantago lanceolata und *Thymus drucei.* Diese sind charakteristische Arten des „Cotswold"-Kalkgraslands. Auf den Flächen, die in den Untersuchungsgebieten als Habitat von *M. arion* betrachtet werden können (Nutzungstypen III, IV, VI und VIII), kamen folgende 12 Pflanzenarten auf allen Flächen vor: *Daucus carota, Lotus corniculatus, Leontodon hispidus, Ononis spinosa, Campanula patula, Galium verum, Pimpinella saxifraga, Centaurea jacea, Cirsium tuberosum, Prunella grandiflora, Brachypodium pinnatum* und *Thymus pulegioides.* Diese Arten sind charakteristisch für offenes, beweidetes Grasland und Kalkmagerrasen-Gesellschaften der Region.

Bestandsentwicklung

Die für *Maculinea arion* relativ individuenreichen Flugstellen waren bisher noch nicht bekannt, beziehungsweise es existierte lediglich eine Einzelmeldung von 1984 (pers. Mitt. STEINER 1993). Nach SETTELE (1990) müßten für die meisten Tagfalterarten bei intensiver Suche nach potentiellen Habitaten auf Basis der Kenntnis der wesentlichen ökologischen Ansprüche der Arten wesentlich mehr Flugstellen nachzuweisen sein als bislang bekannt. Auch *Maculinea arion* ist offenbar bisher unzureichend erfaßt. Insgesamt dürfte der Bestand der Art jedoch in Baden-Württemberg aufgrund von Habitatverlusten rückläufig sein, da die für *M. arion* zuträgliche relativ intensive Bewirtschaftungsform der Schafbeweidung als Hutung in Deutschland in den letzten Jahrzehnten im Rückgang begriffen ist. Nach Zahlen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (1986) wurde im Land eine Rückwärtsentwicklung von über 200 000 Schafen im Jahr 1865 auf 21 300 Tiere im Jahr 1985 mit zunehmender Tendenz zur ökologisch weniger verträglichen und auch für *M. arion* ungünstigen Koppelhaltung festgestellt. Für Baden-Württemberg konnten zahlreiche alte Fundorte des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings nicht mehr bestätigt werden (EBERT & RENNWALD 1991 b). Durch die tiefgreifenden agrarstrukturellen Änderungen wurde die Weidenutzung der wenig ertragreichen Magerrasen zunehmend unrentabel (vgl. BÖTTCHER et. al 1992). Ein Großteil der Flächen wurde deshalb aufgeforstet oder fiel brach und unterliegt seither einer Sukzession zu Gebüsch- und Waldbeständen oder wurde der Intensivnutzung zugeführt beziehungsweise überbaut.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Mobilität und Isolation

Durch den Verlust an geeigneten Habitaten sind die verbleibenden Populationen durch Isolation bedroht. HOCKIN (1982) und MUGGLETON (1975) diskutieren über die Isolation von Populationen von *M. arion* als eine mögliche Ursache für das Aussterben der Art 1979 in England (THOMAS 1995). Über welche Entfernung Neubesiedlung von Habitaten durch die Falter beziehungsweise Austausch zwischen Populationen möglich oder wahrscheinlich sind, kann aus den bisher vorliegenden Ergebnissen nicht erschlossen werden. Die Frage nach erforderlichen Minimalabständen zwischen schutzwürdigen Lebensräumen ist nach KAULE (1991: 369) neben der Frage nach der erforderlichen Größe dieser Habitate für den Naturschutz ein zentrales Anliegen. Vor allem die Faktoren Ausbreitungsfähigkeit und Mobilität sind für Insekten entscheidend, da das Aussterben von einzelnen Populationen und die anschließende Wiederbesiedlung der Habitate einen natürlichen Vorgang darstellen (DEN BOER 1990). SETTELE & GEISSLER (1989) zeigen in ihrer Untersuchung, daß Fichtenriegel für allgemein offenlandorientierte Arten Ausbreitungshindernisse darstellen können. Die längste in der vorliegenden Untersuchung festgestellte Minimalwanderstrecke, die ein Falter von *M. arion* zurücklegte, betrug 930 m (Tab. 3, D*max*) innerhalb des Untersuchungsgebiets Schlatter Schafweide, also über offenes Gelände, welches gleichzeitig als Habitat genutzt wird. Deutlich weitere Strecken legt die nah verwandte Art *Maculinea nausithous* (BERGSTRÄSSER 1779) (GEISSLER 1990, GEISSLER & SETTELE 1990) zurück. Die größte Minimalwanderstrecke betrug bei dieser Art 3470 m zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten. VÄISÄNEN et ál. (1994) berechneten für *Pseudophilotes baton* (BERGSTRÄSSER 1779) ein D*max* von 1493 m. THOMAS (1989) bezeichnet *Maculinea arion* als ortstreu. Imagines von *M. arion* wandern praktisch nie von ihren Brutplätzen ab, sie ernähren sich und legen Eier innerhalb der strengen Schranken ihrer traditionellen Plätze. Auch nach ELMES & THOMAS (1987) ist *M. arion* relativ ortstreu: „Es erfolgt kein Austausch, nicht einmal zwischen Kolonien, die nur 100 m auseinanderliegen, falls das Gelände ungünstig ist. Allerdings ist *Maculinea arion* in den Bergen weiter verbreitet und fliegt einzeln. Kolonien sind hier daher schwer abzugrenzen." Dagegen beschreibt BERGMANN (1952) die Standorttreue von *Maculinea arion* als „ziemlich gering". Die Falter seien „recht flüchtig und scheinen auch einzeln zu wandern, um neue Wohnplätze aufzuspüren". Nach MUGGLETON (1975) ist *M. arion* in der Lage, über einige Entfernung neue Kolonien zu gründen. In Devon

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

und Cornwall seien Falter beim Zurücklegen von mehreren Kilometern in wenigstens zwei Fällen beobachtet worden. Da bei der vorliegenden Untersuchung zwischen den Gebieten wandernde Falter nicht nachgewiesen werden konnten, sind gezielte Abwanderungen aus den Hauptaufenthaltsorten wohl nicht sehr häufig. Falls die Mobilität der Falter tatsächlich so gering ist, wie bei der vorliegenden Untersuchungen beobachtet, würde dies die Gefährdungssituation von *Maculinea arion* aufgrund von möglicher Isolation der Populationen noch verschlechtern. Allerdings gründen Markierung-und-Wiederfang-Untersuchungen auf mehr oder weniger zufällige Fangereignisse mit einer methodisch bedingten, proportional zur zunehmenden Distanz verringerten Wiederfangwahrscheinlichkeit. Wanderungen über weitere Strecken, d. h. mehrere Kilometer, können mit dieser Methode nicht quantitativ erfaßt werden. Deshalb ist die Einschätzung der Mobilität von *Maculinea arion* mit Markierung-und-Wiederfang-Untersuchungen allein nur begrenzt möglich. Um das Ausmaß der Barrierewirkung von Landschaftselementen wie z. B. von Wald oder anderem habitatfremdem Gelände einschätzen zu können, sind Untersuchungen zur genetischen Variabilität benachbarter Populationen in einem weiteren Maßstab geplant.

Populationsgröße

Im Gebiet der Schlatter Schafweide wurden im Untersuchungsjahr 120 Falter markiert, die im wesentlichen auf einer Fläche von 12 ha lebten; am Köhlbergsüdhang wurden 38 Falter markiert, die sich auf etwa 7 ha aufhielten, und im NSG Beuren waren es 8 Falter auf ca. 4 ha (vgl. Abb. 5). Nach Thomas (1989) umfaßten die meisten der alten Populationen in England weniger als 100 Falter. Ihre Kolonien beschränkten sich im wesentlichen auf ein bis zehn Hektar große, steile, südexponierte Hänge. Laut Elmes & Thomas (1987) können „an den besten Flugstellen", die oft 10 ha groß sind, mehrere tausend *M. arion* gefunden werden. Die meisten Gebiete seien jedoch kleiner und enthielten nur 20 bis 50 Schmetterlinge auf einer Fläche von 2500 m². Als minimale Größe für ein Brutgebiet von *M. arion* gibt Thomas (1984) 1-2 ha als Erfahrungswert an. Für eine argumentativ begründbare Quantifizierung des Flächenbedarfs von Tierpopulationen können individuenbasierte Modelle hilfreich sein (Poethke et al. 1994; vergl. auch das deterministische Modell von Hochberg et al. 1994). Bei der hier vorliegenden Untersuchung erwies sich im dafür erstellten individuenbasierten Simulationsmodell die bestehende Situation auf der Schlatter Schafheide mit der aktuell als geeignetes Habitat zur Verfügung

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

stehenden Fläche für die Population von *Maculinea arion* bereits als kritisch (POETHKE et al. 1994).

Nektarpflanzen

Onobrychis viciifolia stellte 1992 im Untersuchungsraum eine wichtige Nektarpflanze für *Maculinea arion* dar (Abb. 13). Von dieser Art gab es bisher nach EBERT & RENNWALD (1991 a) für Baden-Württemberg nur eine Saugbeobachtung. Da Erhebungen zur Nahrungsbiologie von Tagfaltern aufgrund der Größe von Gebieten jedoch oft nur halbquantitativ sein können, lassen sich aus lokalen und zeitweiligen Blumenpräferenzen Hinweise auf Stenanthie nur bedingt ableiten (vgl. EBERT & RENNWALD 1991 a: 97). Mit dem Vorhandensein einer Seitenstetigkeit für *Thymus pulegioides* und *Onobrychis viciifolia* ist lediglich eine ausgeprägte Präferenz für diese beiden Arten als Nektarpflanzen in den Untersuchungsgebieten aufgezeigt.

Paarungsverhalten, Eiablagen

THOMAS (1989) beschreibt für *M. arion* folgendes Paarungsverhalten: die Männchen fliegen zum Fuß des Hangs und patroullieren in einer ruhelosen Suche nach Weibchen hin und her. Dort findet dann die Paarung statt. Dieses Verhalten konnte von uns nicht als Paarungsverhalten gefunden werden. Es konnte nur eine Paarung am Köhlbergsüdhang (14. VII. 1992 von 13.25 Uhr bis mindestens 16.55 Uhr) im oberen Drittel des Wacholderheidenhangs im Flächenquadranten D2 (vgl. Abb. 5) beobachtet werden.

Als Eiablagepflanzen wurden von *M. arion* in den Untersuchungsgebieten ausschließlich *Thymus pulegioides* und *Origanum vulgare* genutzt. Nach ELMES & THOMAS (1987) legt *M. arion* in Nordeuropa sowie weiter südlich in höheren Gebirgslagen (Alpen) Eier an „kräftige Blütenköpfe von Thymian". In tiefer gelegenen Gebieten in Zentral- und Südeuropa ist Dost die Eiablagepflanze. Nach THOMAS (1989) und THOMAS et al. (1991) wird in England *Thymus praecox*, nach THOMAS (1984) *Thymus drucei* mit Eiern belegt. MUGGLETON (1975) nennt *Thymus drucei* als Eiablagepflanze von *M. arion* für das gleiche Gebiet. NEL (1988) berichtet für Südfrankreich von Eiablagen an *Prunella hyssopifolia*. Nach WEIDEMANN (1986: 248) werden in Deutschland (Frankenjura) die Eier an *Thymus serpyllum* (sensu WEIDEMANN: Sammelart?) gelegt. Für die Schwäbische Alb lagen bis nach Ende des Untersuchungszeitraums keine Angaben vor. In der Zwischen-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

zeit konnte RENNWALD (pers. Mitt. 1993) aber bei Mehrstetten auf der Schwäbischen Alb mehrere Eiablagen ausschließlich an *Thymus pulegioides* beobachten. Dies stimmt überein mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen. Nach THOMAS (1989) und THOMAS et al. (1991) werden für die Eiablage in England von *M. arion* große Blütenköpfe von isolierten Pflanzen von *Thymus praecox* besonders bevorzugt. Laut ELMES & THOMAS (1987) wählen die Weibchen zur Eiablage an Thymian die größten, isoliert stehenden Pflanzen, meist an sonnigen Stellen, z. B an steilen Böschungen und wettergeschützten Seiten von Gebüschen. Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden (vgl. Tab. 4). Alle *Maculinea*-Arten legen nach THOMAS et al. (1991) normalerweise die Eier einzeln ab, was auch in der vorliegenden Untersuchung der Fall war. THOMAS et al. (1991) fanden jedoch bis zu sechs Eiern auf einem *Thymus-praecox*-Blütenstand durch Mehrfachbelegung. Wir fanden nur in einem Fall zwei Eier an einem Blütenstand von *Thymus pulegioides*. Nach EBERT & RENNWALD (1991 b: 299) werden die Eier stets im Bereich von Blütenknospen abgelegt, was hier bestätigt werden konnte.

Wirtsameise der Raupen

Die nach THOMAS et al. (1989) wichtigste geeignete Wirtsameisenart von *M. arion*, *Myrmica sabuleti*, war an den Eiablage- und Präimaginalfundstellen die am häufigsten in den Fallen vertretene *Myrmica*-Ameisenart und kam in 40 % der dort ausgebrachten Barberfallen vor. An den Eiablagestellen war in der Regel die Vegetation sehr niedrig und lückig, weshalb die wärmeliebende Art *Myrmica sabuleti* diese Plätze wahrscheinlich bevorzugt. Um diese Hypothese belegen zu können, müßten jedoch weitere Untersuchungen mit der Suche nach Bodennestern durchgeführt werden, da die relativ geringe Zahl der verwendeten Barberfallen nur erste Einblicke zur Habitatwahl erlaubt. *M. sabuleti* kam in den Untersuchungsgebieten nur auf süd- bis südwestexponierten Hängen oder ebenen Flächen, meist an Stellen trockener Vegetation, vor. Dies stimmt mit der Habitatbeschreibung von SEIFERT (1986) und MÜNCH (1991: 152) überein. SEIFERT (1988) beschreibt *M. sabuleti* als xerothermophile Art, die in Mitteleuropa alle Typen von Halbtrockenrasen, Grasland und sonnige Gebüschränder besiedelt. Die extremsten Stellen würden allerdings gemieden. Nach MÜNCH (1991: 355) sind für die Besiedlung eines Standorts durch Ameisen die maximal dort herrschenden Temperaturen entscheidend. Detaillierte Untersuchungen zu Mikroklima und Bodenparametern im Nestbereich könnten darüber Aufschluß geben, da Ameisen in ihrer Ver-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

breitung über die bevorzugten Bodentemperaturen von der Vegetationsstruktur und damit auch von Bodenfeuchte und Bodenstickstoffgehalt abhängen. *M. sabuleti* ist nach MÜNCH (1991: 380) eine stenopotente Art mit nur mittlerer bis geringer Toleranz hinsichtlich der Standortverhältnisse. Die Erforschung der Ansprüche dieser nach THOMAS et al. (1989) geeigneten Wirtsameisenart *Myrmica sabuleti* an den Stellen des Vorkommens von *Maculinea arion* sind zur Erhaltung dieser Tagfalterart unbedingt notwendig. Da für Baden-Württemberg noch kein Nachweis von *M. sabuleti* als Wirtsameisenart für *Maculinea arion* vorliegt (vgl. EBERT & RENNWALD 1991 b: 298), wäre eine Suche nach Präimaginalstadien von *M. arion* in Ameisennestern von *M. sabuleti* für zukünftige Arbeiten zu empfehlen.

6 Pflegeempfehlungen

Die Fortsetzung der Hutungsweidewirtschaft in den Gebieten Köhlbergsüdhang und Schlatter Schafweide ist Vorraussetzung für den Erhalt der dort existierenden *Maculinea-arion*-Populationen. Die Intensität der Beweidung auf der Schlatter Schafweide (vergl. Tab. 1) scheint für *M. arion* im großen und ganzen günstig, wie von der Populationsgröße abgeleitet werden kann.

Nach WEIDEMANN (1986: 86) sollten Schafherden schutzwürdige Magerrasen tagsüber befressen und abends ihren Kot in den Ställen absetzen. Derart würden beweideten Stellen Nährstoffe entzogen. BLAB (1989: 133) nennt die Koppelhaltung von Großvieh oder Schafen als sehr schädlichen Gefährdungsfaktor für Trocken- und Halbtrockenrasen. Die Schädigung träte vor allem durch Düngung und Bodenverdichtung ein. Daraus folgt, daß die Schafe, zumindest auf den Flächen des hauptsächlichen Vorkommens von *M. arion*, den südexponierten Hängen der beiden oben genannten Untersuchungsgebiete, nicht gepfercht werden dürfen. Dies ist auch für das Vorkommen von *Thymus pulegioides* wegen der negativen Auswirkungen des Nährstoffeintrags auf diese Art von Bedeutung.

Die Beweidung der Untersuchungsgebiete erfolgt auf den Flächen des NSG Bürgle, am Köhlbergsüdhang und auf der Schlatter Schafweide durch eine gemischte Schaf- und Ziegenherde (vgl. Tab. 1), was sich auf die Pflege positiv auswirkt. Ziegen zeigen nach BÖTTCHER et al. (1992) eine besondere Vorliebe für Gehölze, zum Beispiel für die grünen Pflanzenteile von Fichten und Eschen. Deshalb sorgen sie durch Auflichten der

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Gebüsche für die notwendige Vorpflege und sichern den Pflegeerfolg durch wiederholten Verbiß der nachwachsenden Gehölze auf entbuschten Flächen. Nach KAULE (1991: 112) verbuschen Wacholderhutungen (Mesobrometen) bei höherem Anteil an Schlehen und Laubgehölzen in 20-40 Jahren. Für *Maculinea arion* dürften wesentlich kürzere Sukzessionszeiträume ausreichen, ein Habitat ungeeignet werden zu lassen. Regelmäßiges Auslichten und „Auf-den-Stock-Setzen" der Gehölze in ca. fünfjährigen Abständen ist in allen beweideten Untersuchungsgebieten erforderlich, um die Flächen für die Schafherde offen zu halten. Nur wenn weiterhin die Beweidung der Flächen stattfinden kann, wird *Thymus pulegioides* dadurch in ausreichender Artmächtigkeit für *Maculinea arion* gefördert. Zur Biotoppflege von *Maculinea arion* schlagen ELMES & THOMAS (1987: 408) allgemein vor, die vorherrschenden Bedingungen an der Stelle mit der größten Kolonie der Wirtsameisenart im ganzen Biotop zu fördern. Dies scheint auch für die hier untersuchten Flächen sinnvoll, da *Myrmica sabuleti* vor allem in den Fallen am Südhang, wo sich auch die meisten Eiablagen beziehungsweise das Hauptvorkommen der Falter befanden, gefunden wurde. Um genauere Aussagen über das geeignete, optimale Habitat der Wirtsameise machen zu können, sollten flächenbezogene Untersuchungen mit Nestersuche und Bestimmung der Nestdichte durchgeführt werden. Für die einzelnen Untersuchungsgebiete werden in PAULER (1993) konkrete, flächenbezogene Vorschläge gegeben.

Danksagung

Herrn Dr. habil C. MEIER-BROOK (Universität Tübingen) sei für die kritische Durchsicht der Arbeit sowie für freundliche Beratung gedankt. Ein Dank auch an Herrn Dr. J.-U. MEINEKE (jetzt BNL Freiburg) und das Regierungspräsidium Tübingen, die die Geländearbeiten genehmigten. Für die Auskunft über Fundmeldungen von *Maculinea arion* sei den Herren EBERT und STEINER (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe) gedankt. Für Diskussionen und viele Anregungen danken wir Frank FÜRSTE, Dagmar BUDING, Andreas NUNNER und Herrn Dipl.-Biol. E. RENNWALD.

Literatur

BEITER, M. (1991): Dauerbeobachtungsflächen in Naturschutzgebieten der Schwäbischen Alb. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **66:** 31-306.

BERGMANN, A. (1952): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands (Band 2). - Jena (Urania), 495 S.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

BLAB, J. (1989): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **24** (3. Auflage). - Greven (Kilda), 257 S.

BÖTTCHER, H., GERKEN, B., HOZAK, R., & SCHÜTTPELZ, E. (1992): Pflege und Entwicklung der Kalkmagerrasen in Ostwestfalen. - Natur und Landschaft **6:** 276-282.

BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - Wien (Springer), 631 S.

CAUGHLEY, G. (1980): Analysis of Vertebrate Populations. - Chichester (John Wiley), 234 S.

DEN BOER, P. J. (1990): Density limits and survival of local populations in 64 carabid species with different powers of dispersal. - J. Evol. Biol. **3:** 19-48.

Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (1991): Monatlicher Witterungsbericht 13. - Offenbach a. Main.

EBERT, G., & RENNWALD, E. (1991 a): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 1. Tagfalter I. - Stuttgart (Ulmer), 552 S.

—— (1991 b): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 2. Tagfalter II. - Stuttgart (Ulmer), 535 S.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., & PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (3. Auflage). Scripta Geobotanica **18;** Göttingen (Goltze), 248 S.

ELMES, G., & THOMAS, J. (1987): Die Gattung *Maculinea*, in: Schweizerischer Bund für Naturschutz [Hrsg.]: Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten - Gefährdung - Schutz, S. 354-368. - Basel (Selbstverlag).

ERHARDT, A. (1985): Diurnal Lepidoptera: sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland. - J. Appl. Ecol. **22:** 849-861.

GEISSLER, S. (1990): Autökologische Untersuchungen zu *Maculinea nausithous* (BERGSTR. 1779). Diplomarbeit im Studiengang Agrarbiologie, Fachbereich Landespflege, Universität Hohenheim (unveröff.).

——, & SETTELE, J. (1990): Zur Ökologie und zum Ausbreitungsverhalten von *Maculinea nausithous* BERGSTRÄSSER 1779 (Lepidoptera, Lycaenidae). - Verh. Westd. Entom.-Tag, Düsseldorf, **1989:** 187-193.

Geologisches Landesamt (1975): Geologische Karte 7620 Jungingen 1:25000 und Erläuterungen zur Karte. - Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 86 S.

GONSETH, Y. (1987): Verbreitungsatlas der Tagfalter der Schweiz. - Documenta Faunistica Helvetiae **6:** 189-190.

HEATH, J. (1981): Threatened Rhophalocera (Butterflies) in Europe. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **21:** 217-218.

HOCHBERG, M. E., CLARKE, R. T., ELMES, G. W., & THOMAS, J. A. (1994): Population dynamic consequences of direct and indirect interactions involving a large blue butterfly and ist plant and red ant hosts. - J. Anim. Ecol. **64:** 375-391.

HOCKIN, D. C. (1982): Isolation of *Maculinea arion* (L.) (Lep. Lycaenidae) in Great Britain: a further speculation. - Entomologists monthly Mag. **118:** 97-99.

HORNUNG, A. (1991): Vegetationskundliche Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Bürgle" im Killertal. - Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. **66:** 141-179.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

HUGGER, R. (1980): Geologie im Raum Albstadt. - Bl. Schwäb. Albver. **86** (3): 78-79.

KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz (2. Auflage). - Stuttgart (Ulmer), 519 S.

KOCKELKE, K., HERMANN, G., KAULE, G., VERHAAGH, M., & SETTELE, J. (1994): Zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904). - Carolinea **52**: 1-19.

KUDRNA, O. (1986): Grundlagen zu einem Artenschutzprogramm für die Tagschmetterlingsfauna in Bayern. - Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt/Main, Suppl. **6**: 1-90.

LONDO, G. (1976): The decimal scale for releves of permanent quadrats. - Vegetatio **33** (1): 61-64.

LORENZ, R. J. (1992): Grundbegriffe der Biometrie (3. Auflage). - Stuttgart (G. Fischer), 241 S.

MEREDITH, S. L. (1988): A quest for *Maculinea* in Western France. - Entomologist´s Rec. **100** (2/3): 85-91.

MUGGLETON, J. (1975): Isolation and the decline of the large blue butterfly (*Maculinea arion*) in Great Britain. - Biol. Conserv. **7**: 119-128.

MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie (2. Auflage). - Heidelberg (UTB Quelle & Meyer), 512 S.

MÜNCH, W. (1991): Die Ameisen des Federsee-Gebietes. Eine ökologische Bestandsaufnahme. - Dissertation, Fakultät für Biologie, Universität Tübingen (unveröff.), 411 S. und Ergänzungsband.

NEL, J. (1988): Notes et observations biologiques (Lepidoptera, Rhophalocera). - Alexanor **15** (5): 278-281.

PAULER, R. (1993): Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings, *Maculinea arion* (LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: Lycaenidae). - Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Tübingen (unveröff.).

POETHKE, H. J., GRIEBELER, E. M., & PAULER, R. (1994): Individuenbasierte Modelle als Entscheidungshilfen im Artenschutz. - Z. Ökol. Natursch. **3**: 197-206.

PRETSCHER, P. (1984): Rote Liste der Großschmetterlinge, in: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Greven (Kilda), 270 S.

RENNWALD, E. (1986): Wiesengräben und andere Sonderstrukturen im landwirtschaftlich genutzten Bereich. Ihre Bedeutung für Flora und tagfliegende Schmetterlinge. Diplomarbeit, Biologisches Institut II, Universität Freiburg (unveröff.), 450 S.

ROBERTSON, T. S. (1981): The decline of *Carterocephalus palaemon* (PALLAS) and *Maculinea arion* (L.) in Great Britain. - Entomologist's Gaz. **32** (1): 5-12.

ROTHMALER, W. (1990): Exkursionsflora von Deutschland, Band 2. Gefäßpflanzen (15. Auflage). - Berlin (Volk und Wissen), 639 S.

SACHS, L. (1974): Angewandte Statistik (4. Auflage). - Berlin (Springer), 545 S.

SEIFERT, B. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Habitatwahl von Ameisen (Hymenoptera, Formicidae) im mittleren und südlichen Teil der DDR. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **59** (5): 1-124.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

—— (1988): A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia (Hymenoptera, Formicidae). - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **62** (3): 1-75.

SEUFERT, P. (1993): Grundlagen zum Schutz der Tagfalter (Lepidoptera: Papilionidea, Hesperioidea) im Naturschutzgebiet „Mäusberg" (Landkreis Main-Spessart). Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **34:** 75-184.

SETTELE, J. (1990): Zur Hypothese des Bestandsrückgangs von Insekten in der Bundesrepublik Deutschland: Untersuchungen zu Tagfaltern in der Pfalz und die Darstellung der Ergebnisse auf Verbreitungskarten. - Landschaft und Stadt **22** (3): 88-96.

——, & GEISSLER, S. (1989): Beziehungen zwischen Flora und Schmetterlingsfauna von Pfeiffengraswiesen im Südlichen Pfälzerwald. Unter besonderer Berücksichtigung der Methodik, Isolation und Bewertung. - Mitt. Pollichia **76:** 105-132.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.) (1986): Landwirtschaft in Baden-Württemberg: 120-122.

THOMAS, J. A. (1980): Why did the Large Blue become extinct in Britain? - Oryx **15** (3): 243-247.

—— (1984): The conservation of butterflies in temperate countries: past efforts and lessons for the future. - Symp. roy. entomol. Soc. London **11:** 333-353.

—— (1989): The return of the Large Blue Butterfly. - Brit. Wildl. **1** (1): 2-13.

—— (1995) The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. S. 180-197 in: PULLIN, A. S. (Hrsg.), Ecology and Conservation of Butterflies. - London (Chapman & Hall).

——, ELMES, G. W., WARDLAW, J. C., & WOYCIECHOWSKI, M. (1989): Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. - Oecologia **79:** 452-457

——, MUNGUIRA, M. L., MARTIN, J., & ELMES, G. W. (1991): Basal hatching by *Maculinea* butterfly eggs: a consquence of advanced myrmecophily? - Biol. J. Linn. Soc. **44:** 175-184.

——, & WARDLAW, J. C. (1992): The capacity of a *Myrmica* ant nest to support a predacious species of *Maculinea* butterfly. - Oecologia **91:** 101-109.

VÄISÄNEN, R., KUUSSAARI, M., NIEMINEN, M., & SOMERMA, P. (1994): Biology and conservation of *Pseudophilotes baton* in Finland (Lepidoptera, Lycaenidae). - Ann. Zool. Fennici **31:** 145-156.

WARREN, M. S. (1987): The ecology and conservation of the Heath Frittilary Butterfly, *Mellicta athalia*. II. Adult Population structure and Mobility. - J. Appl. Ecol. **24:** 483-498.

WEIDEMANN, H.-J. (1986): Tagfalter, Band 1. Entwicklung Lebensweise. Melsungen (Neumann-Neudamm), 282 S.

WILLCOCKX, R. (1984): Is the Large Blue Butterfly becoming extinct in Belgium? - Vogeljaar **32:** 105.

Eingang: 24. III. 1995

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, November 1995 ISSN 0723-9912